

## Udvikling af almindelig rajgræs i fire slæt i første brugsår

### Slættidens og kvælstofniveauets indflydelse på udbytte og kvalitet

*Development of perennial ryegrass during four successive cuts in first year ley*

E. J. Nørgaard Pedersen og N. Witt

#### INDHOLDSFORTEGNELSE

	Side
Resumé .....	415
Summary .....	416
Indledning .....	417
Forsøgsplan .....	417
Forsøgenes gennemførelse .....	418
Jordbund og klima .....	420
Forsøgsresultater .....	422
Udbytte .....	422
Afgørdens kvalitet .....	425
Årsudbytte .....	429
Forholdet mellem N-optagelse og stofproduktion .....	433
Nogle særlige kvalitetsproblemer .....	435
Forsøget ved Borris .....	440
Indledning .....	440
Forsøgsresultater .....	441

#### Resumé

I 1975 og 1976 blev gennemført forsøg ved Ødum forsøgsstation, hvor udviklingen af 1., 2., 3. og 4. slæt af almindelig rajgræs i 1. brugsår blev fulgt ved høstning af afgrøden 6–11 gange i vækstperioden. Forsøget blev udført ved 6 kvælstofniveauer, 0, 200, 400, 600, 800 og 1000 kg N pr. ha. Gødningen blev fordelt med 40, 25, 20 og 15 procent til henholdsvis 1., 2., 3. og 4. slæt. Ved Borris forsøgsstation blev gennemført et lignende forsøg i 1975, men kun med kvælstofmængderne 400 og 600 kg.

På grund af den ekstreme tørke i 1975 og 1976 opnåedes kun normale 1. slæt. 2. slæt var i alle forsøg tydeligt hæmmet af tørke og i 3. og 4. slæt var udbytteerne meget små med undtagelse af 4. slæt i Borris.

Når 1. slæt høstes i begyndelsen af juni, fandtes optimal kvælstoftilførsel – vurderet ud fra foderenhedsproduktionen – at være 230 kg, og der blev samtidig opnået en afgrøde med et passende råproteinindhold (ca. 18 pct. af tørstof). Hvis der ønskes høstet på et tidligere tidspunkt, må kvælstoftilførslen naturligvis afpasses herefter, men forsøgene viser, at det da ikke vil være muligt både at opnå en afgrøde med et optimalt råproteinindhold og at optimere foderenhedsproduktionen.

De meget tørre vækstvilkår bidrog til meget tydeligt at demonstrere, at når kvælstoftilførslen til de enkelte slæt fastlægges på forhånd, kan det føre til u hensigtsmæssig eller ligefrem absurd gødskning. Målet må være, at udforme en gødskningsstrategi, der sikrer, at kvælstoftilførslen til de enkelte slæt tilnærmelsesvis optimeres. Muligvis vil det være hensigtsmæssigt, at overforsyne 1. og 2. slæt med kvælstofgødning, med henblik på at sikre, at der er tilstrækkelig kvælstof til rådighed for det efterfølgende slæt, også selv om der ikke kommer regn, efter at gødningen til vedkommende slæt er bragt ud. Den alvorligste indvending mod denne fremgangsmåde er antagelig risikoen for et for højt nitratindhold i afgrøderne.

På grund af den u hensigtsmæssige fordeling af kvælstof på slættene, er det uden mening, at beregne den optimale årlige kvælstoftilførsel på basis af årsudbytte. Men ud fra forskellige overvejelser er det sandsynliggjort, at optimal kvælstoftilførsel i tørkeårene 1975 og 1976, ved en hensigtsmæssig fordeling på slættene, ville være mellem 350 og 450 kg kvælstof.

Afgrødernes kvalitet i relation til kvælstoftilførsel og slættidspunkt er diskuteret.

**Nøgleord:** Alm. rajgræs, vækstmønster, kvælstofgødskning, kvæstoffordeling, slættid, kvalitet af græs.

## Summary

In two experiments conducted at the experiment station at Ødum in 1975 and 1976 the development of first year ryegrass was observed during four successive periods of growth. Six levels of N, 0, 200, 400, 600, 800 and 1000 kg per ha per year were applied. The N was supplied with 40, 25, 20 and 15 per cent to first, second, third and fourth cut respectively. At Borris experiment station a similar experiment was carried out in 1975. In this experiment only 400 and 600 kg N were applied.

Due to extreme dry conditions in 1975 and 1976 normal crops were attained in first cuts only. In all experiments second cuts were markedly restrained by drought, and this was also the case in third and fourth cuts except the fourth cut in the experiment at Borris.

Even the first cut was taken in the first days of June – which is considered the optimum time for harvest – the optimum N-application, calculated on basis of net-energy production, was found to be 230 kg, and simultaneously crops with an adequate crude protein content, 18 per cent of dry matter, were obtained. Even harvesting earlier the N-application must of course be reduced, but to simultaneously optimize net-energy production and crude protein content of the crop will not be possible.

It was very clearly demonstrated that application of N to the single cuts according to prestipulated scheme – as in these experiments – may result in improper or even absurd N-fertilization. The future aim must be to develop a strategy for N-application which ensures that each single growth is supplied with the optimum amount of N. Possibly over supplying of first and second cuts with the purpose to secure the N-supply of the succeeding cuts, independent of weather conditions, may prove appropriate. The main objection to this course of action is probably the risk of excessive contents of nitrate in the crops.

When the total N-supply is not distributed properly to the single growths, as the case was in these experiments, calculations of optimum N-supply based on seasonal yields will be meaningless. However, it was estimated that when properly distributed to the single cuts optimum supply of N would have been between 350 and 450 kg per ha in the very dry years 1975 and 1976.

The quality of the crops related to N-application and time of cutting has been discussed.

**Key words:** Per. ryegrass, pattern of growth, nitrogen fertilization, nitrogen distribution, cutting time, quality of grass.

### Indledning

Tidligere forsøg har vist, at målt i organisk stof giver græsmarker størst udbytte, når der tages 3 slæt. Imidlertid sker der en stærk forringelse af afgrødens kvalitet med tiltagende udviklingstrin, navnlig i 1. slæt. Kvalitetsforringelsen er så stærk, at der, når udbyttet måles i foderenheder, opnås større udbytte ved 4 eller 5 slæt, undtagen ved meget svag gødskning. Udbyttet af råprotein var omtrent det samme ved 3-5 slæt (Nørgaard Pedersen *et al.*, 1971, Møller *et al.*, 1973, Nørgaard Pedersen & Møller, 1976).

Til trods for at kvælstofgødningen (125-500 kg N) fordeltes med lige store mængder til de enkelte slæt, udgjorde 1. slæt altid en meget stor del af udbyttet, ved tre slæt ofte over halvdelen. For at optimere slættidspunkterne synes det derfor særligt vigtigt at betragte 1. slæt, og på basis af forsøgsresultaterne blev der derfor udarbejdet kurver over 1. slæts udvikling m.h.t. organisk stof, foderenheder, råprotein m.m. Da forsøgene ikke var tilrettelagt med henblik på at belyse denne udvikling, måtte kurvetegningen foretages på basis af data beregnet ved inter- og extrapolation, og beregningerne kunne kun foretages ved et meget lavt N-niveau, 60-100 kg pr. ha, og udviklingsforløbene kan derfor ikke uden videre anses for typiske ved en stærkere gødskning af 1. slæt. Kurverne viser, at det maksimale udbytte af foderenheder og protein nås omkring midten af juni, men allerede i begyndelsen af juni er udbyttet temmelig nær maksimum, og da afgrøden på dette tidspunkt har en passende kvalitet for ensilering, skønnedes det optimale tidspunkt for 1. slæt at falde på dette tidspunkt.

I forsøgene blev kvælstofgødningen fordelt med lige store mængder til hvert slæt, en fordeling som har været almindeligt anvendt i forsøg (Ebersten, 1974, Jacobsen, 1974, Rinne, 1974, Pestalozzi, 1974). Om denne fordeling er hensigtsmæssig kan forsøgene ikke belyse. Ligeledes kan forsøgene ikke belyse om den valgte slætstrategi, samme voksetid for alle slæt, er rimelig. Som

allerede nævnt kan det heller ikke afgøres om begyndelsen af juni vil være et optimalt slættidspunkt uanset hvor meget kvælstof, der tilføres 1. slæt. For at kunne nå frem til en belysning af disse meget vigtige problemer skønnedes det nødvendigt at belyse, hvordan de enkelte slæts udvikling forløber ved forskelligt kvælstof-niveau. De i nærværende beretning omtalte forsøg blev planlagt med henblik herpå.

### Forsøgsplan

Udviklingen af 1., 2., 3. og 4. slæt i 1. års rajgræs blev fulgt ved høst med 3-8 dages mellemrum fra begyndende vækst indtil mindst 3 uger efter det tidspunkt, der forventedes optimalt for høst.

Undersøgelsen blev foretaget ved 6 N-niveauer:

- a 0 N pr. ha
- b 200 N pr. ha
- c 400 N pr. ha
- d 600 N pr. ha
- e 800 N pr. ha
- f 1000 N pr. ha

Gødningen fordeltes med henholdsvis 40, 25, 20 og 15 pct. til 1., 2., 3. og 4. slæt. N tilførtes i form af NPK-gødning 16-6-12 med Mg og tilførslen af P og K var således proportional med N-tilførslen.

Udviklingen af 2., 3. og 4. slæt blev fulgt i parceller, hvor de foregående slæt blev høstet på tidspunkter, der skønnedes optimale for vedkommende slæt, nemlig

- 1. slæt 2. juni
- 2. slæt 8. juli
- 3. slæt 18. august

Græsmarksforsøg er meget komplicerede forsøg. Selv om kun N-gødskningens indflydelse på

udbytte og kvalitet studeres, som det er tilfældet i de her beskrevne forsøg, kan forsøget dog anlægges på et utal af forskellige måder, idet f.eks. den relative fordeling af N til de enkelte slæt, de valgte slættidspunkter for de foregående slæt m.m. kan påvirke de opnåede udbytter. Forsøgets detailplanlægning må derfor nødvendigvis baseres på nogle forudsætninger, som enten kan være baseret på resultater af tidligere forsøg eller på (formodet) logiske overvejelser. Nogle af disse forudsætninger skal kort omtales i det følgende.

### *N-mængder*

N-mængderne er valgt med henblik på at udbyttekurver kan beskrives i hele deres forløb. De største N-mængder kan forekomme noget ekstreme, men ud fra tidligere forsøg, hvor der blev anvendt indtil 500 kg N pr. ha (*Nørgaard Pedersen & Møller, 1976*) er skønnet, at det maksimale udbytte af foderenheder først vil blive nået ved tilførsel af 700–800 kg N og det maksimale udbytte af råprotein først ved endnu højere N-tilførsel.

### *N-fordeling til slættene*

I tidligere forsøg er N-gødningen fordelt med lige store mængder til de enkelte slæt. Eftersom 1. slæt ofte udgør omkring 50 pct. af det totale udbytte, er dette princip rimeligvis ikke rationelt.

N-fordelingen til slæt kan foretages ud fra forskellige målsætninger. Den mest rationelle målsætning må være at maksimere udbyttet, hvilket opnås, når gødningen fordeles på en sådan måde, at marginaludbyttet for tilført kvælstof bliver det samme i alle slæt.

Et ret simpelt mål for udbytte er foderenhedsudbyttet, men for en totalvurdering af udbyttets værdi må også andre egenskaber hos afgrøden som proteinværdi og energikoncentration tages i betragtning.

Der foreligger imidlertid ikke forsøg, hvorpå en N-fordeling ud fra de nævnte forudsætninger kan baseres, og ved den benyttede fordeling er tilstræbt, at N-tilførslen til de enkelte slæt bliver proportional med udbyttet, hvorved det ovenfor nævnte mere rationelle princip må formodes tilnærmelsesvis at være tilgodeset.

### *Fordeling af P- og K-gødning*

Da N-gødningen er tilført i NPK-gødning er P- og K-gødning tilført efter samme princip som N-gødningen.

### *Slættidspunkter*

Ved bestemmelse af slættidspunkter må slætantalet først fastlægges. Der er her valgt at tage 4 slæt, idet dette slætantal ud fra de tidligere forsøg må anses for optimalt, når der tilføres rimelige mængder N. Under gunstige vækstvilkår og ved stærk N-gødning vil der muligvis kunne opnås et noget større udbytte ved 5 slæt, men udbytteforøgelsen må forventes at blive for lille til at betale for det ekstra arbejde. Når slætantalet er fastlagt må slættidspunkterne fastlægges med henblik på at maksimere årsproduktionen. Dette giver en meget kompliceret problemstilling, idet tidspunktet for de enkelte slæt må fastlægges ikke blot med hensyntagen til vækstforhold i vedkommende vækstperiode, men også i alle de følgende vækstperioder. Når bortses fra 1. slæt findes der ikke forsøgsresultater, hvorpå en fastlæggelse af slættidspunkter efter det her antydede princip kan baseres.

For 1. slæts vedkommende er det ved tidligere forsøg (*Nørgaard Pedersen et al., 1971, Nørgaard Pedersen & Møller, 1976*) fundet, at udbyttetilvæksten pr. døgn både af foderenheder og protein er meget stor i sidste halvdel af maj. Fra slutningen af maj aftager den daglige tilvækst stærkt og bliver meget nær nul omkring midten af juni, og det er skønnet, at efter 2. juni er den daglige tilvækst så lav, at der vil kunne opnås større produktion i 2. slæt, hvorfor den nævnte dato betragtes som optimal for slæt. De øvrige slættidspunkter er fastlagt således, at indstrålingsenergien i de tre vækstperioder er nogenlunde den samme.

### **Forsøgenes gennemførelse**

#### *Markplan*

Ved Ødum blev gennemført et forsøg i 1975 og et i 1976. Endvidere blev gennemført et forsøg ved Borris i 1975 efter en noget reduceret plan. Resultaterne af dette forsøg vil blive omtalt i et særskilt afsnit.

Forsøgene blev anlagt i marken efter principielt samme plan. Som eksempel skal forsøget 1975 omtales nærmere.

De arealer, hvor slætudviklingen blev fulgt, var fordelt som skitseret nedenfor.

1. slæt	2. slæt	3. slæt	4. slæt
3. slæt	4. slæt	1. slæt	2. slæt

Arealerne var ikke lige store, idet det antal delslæt, der blev taget inden for hvert slæt var forskelligt.

Hvert af arealerne var delt i 6 systematisk fordelte gødningsparceller, og hver af gødningsparcellerne var opdelt i et passende antal delslætparceller.

I hvert delslæt indgik ordinært 2 parceller – en for hvert slætareal. I de tilfælde, hvor der skulle udføres fordøjelighedsforsøg med afgrøden, kunne det blive nødvendigt at høste et større antal parceller, og med henblik herpå var der i hver gødningsblok indlagt nogle ekstra parceller. Parcelstørrelsen var 12 m<sup>2</sup>, og det totale antal parceller var 540.

### Høst og prøveudtagning

Afgrøderne blev høstet med en parcellhøstemaschine, og der blev udtaget prøver til tørstofbestemmelse m.v. i hver parcel. I de tilfælde, hvor der skulle udføres fordøjelighedsforsøg blev hele restafgrøden snittet med skærebleser, blandet i en blandekubus, og prøver blev udtaget til fordøjelighedsforsøg, tørstofbestemmelse og kemiske analyser.

I de parceller, hvor delslæt i henhold til planen skulle høstes på de formodede optimale tidspunkter, blev alle slæt høstet forsøgsmæssigt, og disse parceller udgør tilsammen et normalt gødningsforsøg med 8 fællesparceller, om end der må regnes med en stor usikkerhed p.g.a. de store afstande mellem parcellerne.

Datoer for delslæt er vist i tabel 1. De formodede optimale slættidspunkter er fremhævede, og det er parcellerne høstet på disse datoer, der udgør et normalt gødningsforsøg.

### Udbringning af gødning

Gødningen til 1. slæt blev udbragt tidligt forår, til de øvrige slæt snarest muligt efter høst af foregående slæt. På grund af regnvejr er gødsningen dog i enkelte tilfælde blevet lidt forsinket. De faktiske tider for udbringning fremgår af følgende oversigt.

**Tabel 1.** Datoer for delslæt  
*Dates of harvest*

Høst- tid Number of cutting	Ødum 1975				Ødum 1976			
	1. slæt	2. slæt	3. slæt	4. slæt	1. slæt	2. slæt	3. slæt	4. slæt
	1. growth	2. growth	3. growth	4. growth	1. growth	2. growth	3. growth	4. growth
1	7/5	16/6	23/7	5/9	10/5	14/6	21/7	21/9
2	14/5	25/6	4/8	15/9	17/5	23/6	2/8	<b>30/9</b>
3	23/5	3/7	12/8	24/9	24/5	1/7	10/8	11/10
4	29/5	9/7	<b>19/8</b>	<b>2/10</b>	28/5	6/7	<b>17/8</b>	21/10
5	<b>2/6</b>	15/7	26/8	13/10	<b>2/6</b>	13/7	24/8	
6	9/6	22/7	4/9	20/10	8/6	21/7	1/9	
7	16/6	29/7	11/9		14/6	27/7	9/9	
8	23/6	6/8	19/9		21/6	4/8		
9	30/6	14/8	29/9		29/6			
10	8/7	22/8						
11	15/7							

	1. slæt	2. slæt	3. slæt	4. slæt
1975	21/3	6/6	10/7	19/8
1976	13/4	3/6	8/7	17/8

### Analysér

I alle afgrøder blev bestemt tørstof, aske, sand, træstof, kvælstoffrie ekstraktstoffer (Nfe), råprotein, renprotein, nitrat-kvælstof og vandopløselige kulhydrater (vok).

Som allerede berørt er der i afgrøderne høstet på og nær de formodet optimale høsttidspunkter bestemt fordøjelighed ved forsøg med får.

### Beregninger

Alle udbytter er korrigeret for jordindblanding, idet jordindholdet er beregnet ud fra sandindholdet. Afgrødens indhold af aske er beregnet ved at fradrage den indblandede jords askeindhold. Afgrødens askeindhold (planteaske) og indhold af organisk stof (organisk plantestof) er beregnet i pct. af plantetørstof, og den øvrige kemiske sammensætning i pct. af organisk plantestof.

Foderenheder er principielt beregnet ud fra standardformlen, men er beregnet pr. kg organisk plantestof. Værditallet og fordøjeligheden af organisk stof er beregnet ud fra træstofindholdet og fordøjeligt råprotein ud fra råproteinindholdet. Der er ved beregningerne taget hensyn til, at der ikke er bestemt råfedt i afgrøderne.

Beregningerne og deres forudsætninger er udførligt beskrevet i en tidligere beretning (*Nørsgaard Pedersen & Møller, 1976*).

Afgrødernes udvikling m.h.t. udbytte og kemisk sammensætning er fortrinsvis beskrevet grafisk. Ved tegning af kurverne er foretaget en vis udjævning over tiden og også over gødningsmængden. Det er skønnet, at en sådan udjævning ikke kunne foretages ved hjælp af selv komplicerede matematiske modeller, hvorfor udjævningen er sket på frihånd. Det har derfor ikke kunnet undgås, at der i kurverne indgår et vist moment af subjektivitet. Men naturligvis er der tilstræbt en objektiv beskrivelse, og i alle tilfælde har udjævnedede data for hvert gødningstrin samme gennemsnit som de oprindelige eksperimentelle data.

I nogle tilfælde er udbytte og afgrødens sam-

mensætning illustreret som funktion af N-tilførslen. Disse kurver er tegnet på basis af udjævnedede data, ikke ud fra de direkte bestemte data.

I nogle tilfælde er foretaget en grafisk differentiering af kurverne. Ved differentiering over tiden er opdelt i 4-døgns intervaller, og ved differentiering over N-mængder er opdelt i intervaller à 20 kg N.

### Jordbund og klima

Forsøgene blev anlagt på en jord, der betegnes som fin sandblandet ler, med en god vandholdende evne. Det tilgængelige vand angives at udgøre 97 og 148 mm i henholdsvis 60 og 100 cm's dybde, (*Hansen, 1976*) hvilket er i god overensstemmelse med, at tørkesymptomer erfaringsmæssigt først kan iagttages, når vandbalancen viser et underskud på 100 mm.

Ved forsøgets anlæg var  $R_t = 6,7$ ,  $F_t = 9,4$  og  $K_t = 9,5$ .

Vandfordampningen er en afgørende faktor for hvor stor produktion, der kan opnås i en græsmark. Det er derfor søgt at beregne, hvor meget vand der gennem vækstsæsonen står til rådighed for produktionen (udnytteligt vand).

Som udgangspunkt for beregningerne er vandbalancen pr. 1. april sat til 0, og det tilgængelige vand til 125 mm. Den mængde udnytteligt vand, der på et givet tidspunkt står til rådighed, er regnet at være disse 125 mm plus nedbør minus potentiel fordampning. Resultatet af beregningerne er vist i fig. 1. Det bemærkes, at af hensyn til at kunne vise den totale mængde udnytteligt vand, er den potentielle fordampning fordelt på de nedbørsfrie dage, og fordampningen på regnvejrsdage er således sat til 0.

Det ses, at begge år var meget tørre, hvilket naturligvis har påvirket forsøgsresultaterne.

Ansættelsen af det tilgængelige vand i jorden til 125 mm er noget vilkårlig. Men uanset om det ansættes til 100, 125 eller 150 mm, vil situationen fra sidste halvdel af juni være den samme. Overgangen fra perioder, hvor der er udnytteligt vand til rådighed, til tørkeperioder er naturligvis mindre skarp, end figurerne lader formode. Eksempelvis viser tørkesymptomer sig erfaringsmæssigt i forsommeren, når nedbørsunderskuddet nær-

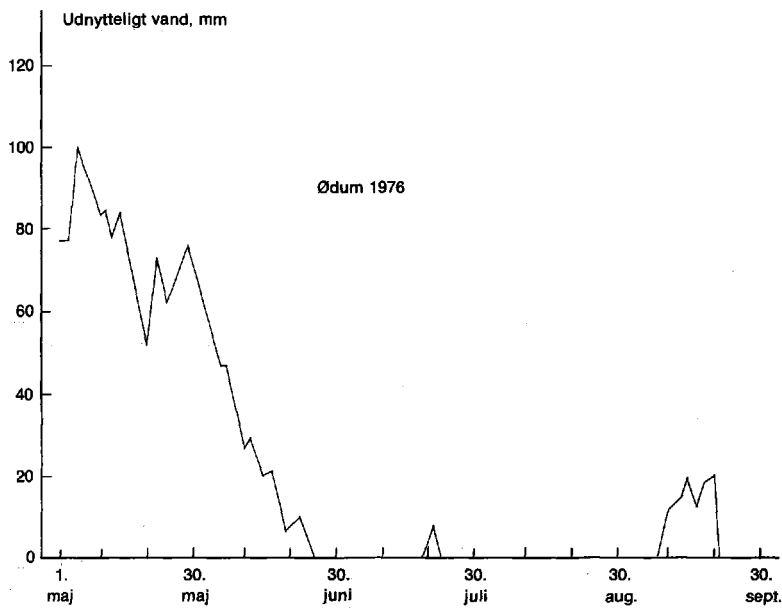
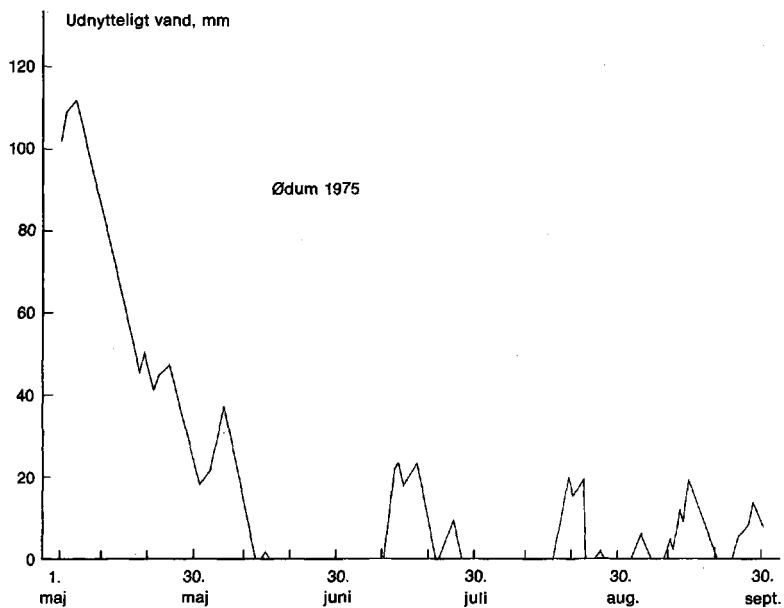


Fig. 1. Udnytteligt vand i tiden fra 1. maj til 30. september.  
*Utilizable water in the growth season.*

mer sig 100 mm, og fra dette tidspunkt må man regne med, at den faktiske fordampning bliver væsentlig under den potentielle, således at der vil gå længere tid end beregnet, inden vandreserverne er opbrugt. Som mål for den totale forringelse af vækstmulighederne, som vandmanglen forårsager, vil figurerne dog sikkert være nær fyldestgørende.

## Forsøgsresultater

### Udbyttet

#### 1. slæt

Udbyttet af organisk plantestof i vækstperioden er vist i fig. 2. Det ses, at der i 1975 er en stærk vækst i maj måned, stærkest hen mod slutningen af måneden. Fra begyndelsen af juni aftager tilvæksten og fra midten af måneden er der slet ingen udbytteforøgelse. 1976 udviser nogenlunde samme billede, men udviklingen synes at være ca. 1. uge senere end i 1975. Udbyttet er jævnt stigende med N-tilførslen indtil 240 kg (1975) eller

320 kg (1976), hvorefter der sker et vist udbyttefald, mest markant ved sen høst.

Det bemærkes, at en af årsagerne til den stagnerende udbyttetilvækst i slutningen af juni var, at det var vanskeligt at høste de meget kraftige afgrøder, der var gået stærkt i leje, uden at afsætte en lang stub.

I løbet af vækstperioden forringes afgrødekvaliteten stærkt, og udbyttet målt i foderenheder, der er vist i fig. 3, giver derfor et bedre grundlag for vurdering af, hvornår afgrøden bør høstes.

Det ses, at i 1975 er det maksimale udbytte nået ca. 10. juni, i 1976 ca. en uge senere, men ca. 10 dage før er den daglige udbyttetilvækst aftagende. Efter at det maksimale udbytte er nået, er der en markant udbyttenedgang. Foderenhedsudbyttets afhængighed af N-tilførslen er den samme som for udbyttet af organisk plantestof.

Råproteinudbyttet er vist i fig. 4. Det ses, at det maksimale råproteinudbytte er nået på omtrent samme tidspunkt som det maksimale foderenhedsudbytte. Men vækstkurvernes form er meget

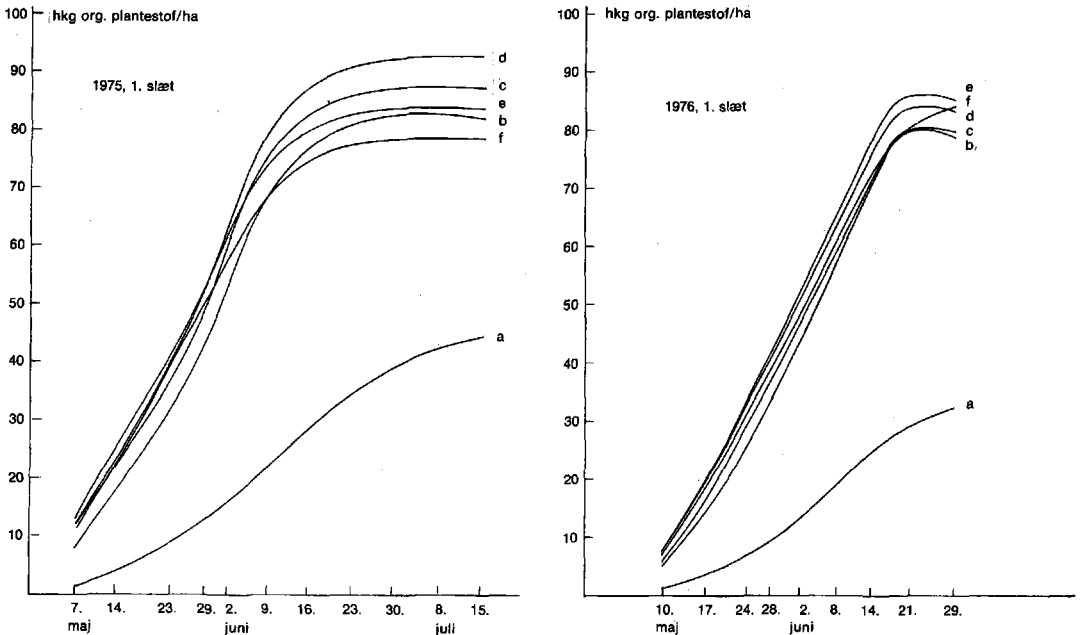


Fig. 2. Udbytte af organisk plantestof i vækstperioden. 1. slæt.  
Yield of plant organic matter in the period of growth. First cut.



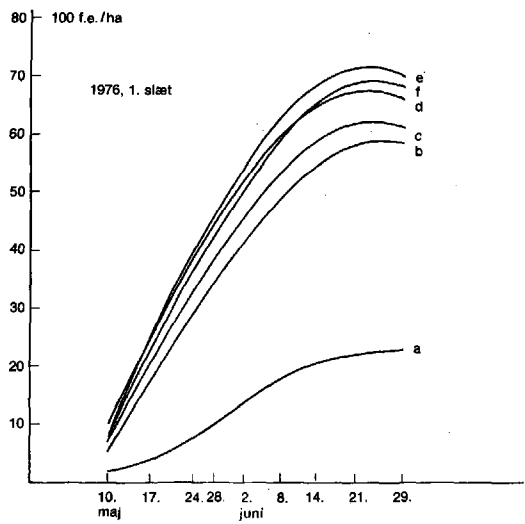
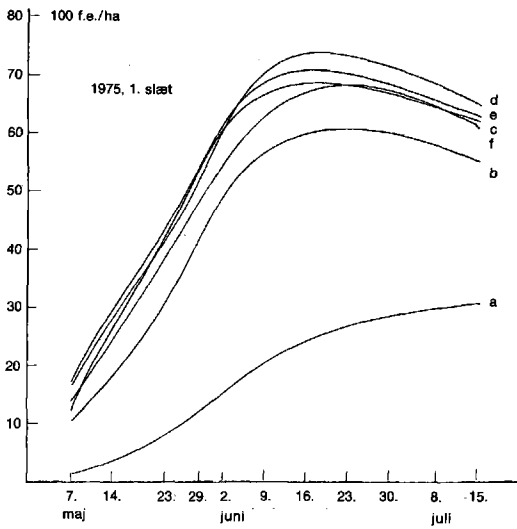


Fig. 3. Udbytte af foderenheder i vækstperioden. 1. slæt.  
Yield of feed-units in the period of growth. First cut.

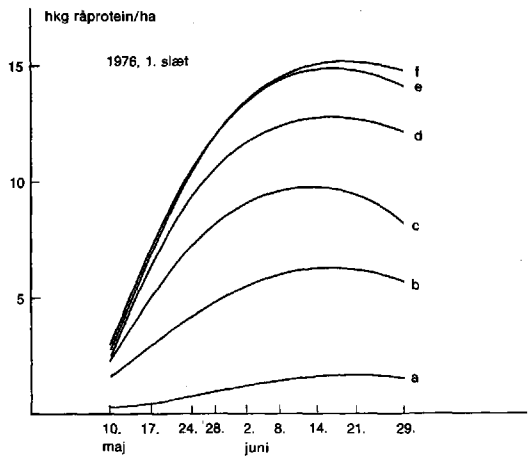
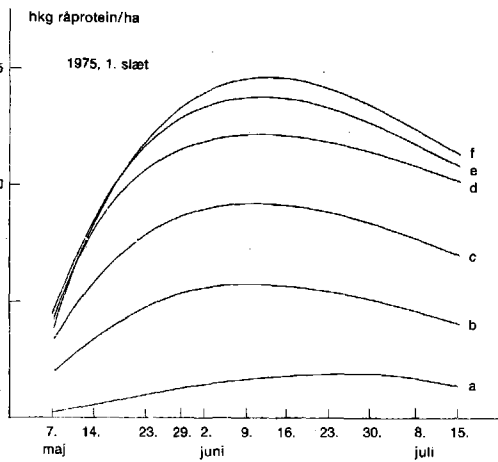


Fig. 4. Udbytte af påprotein i vækstperioden. 1. slæt.  
Yield of crude protein in the period of growth. First cut.

forskellige, idet råproteinproduktionen på ethvert tidspunkt før maksimum nås er relativt højere end foderenhedsproduktionen, på et tidligt udviklingstrin langt højere, eller, sagt på anden måde, kvælstofoptagelsen er forud for stofproduktionen.

Bemærkelsesværdigt er det, at råproteinproduktionen er stigende med N-tilførslen helt op til 400 kg.

## 2. slæt

Udbyttet af foderenheder er vist i fig. 5. I begge år er udbyttet stigende med N-tilførslen i 1975 helt op til den højeste mængde, 250 kg, i 1976 til den næsthøjeste mængde, 200 kg. I 1975 nåedes det højeste udbytte i slutningen af juli, i 1976 allerede i begyndelsen af juni. Denne forskel beror formentlig på, at der i juli måned 1976 faldt væsentlig mindre regn end i 1975 (sml. fig. 1).

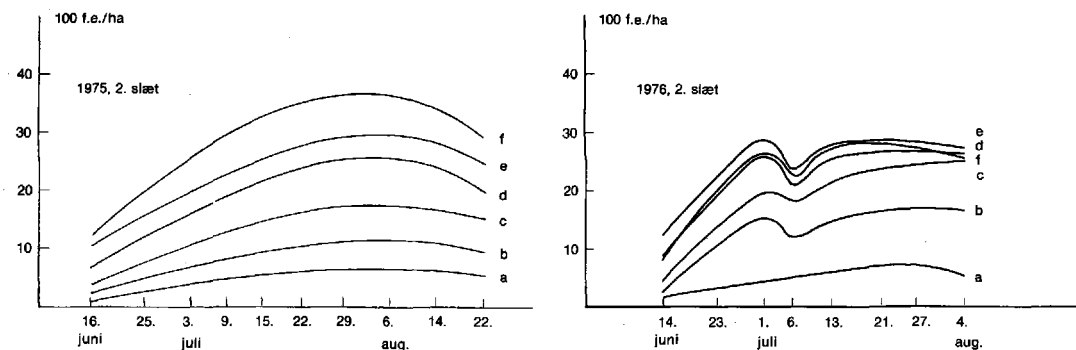


Fig. 5. Udbytte af foderenheder i vækstperioden. 2. slæt.  
Yield of feed-units in the period of growth. Second cut.

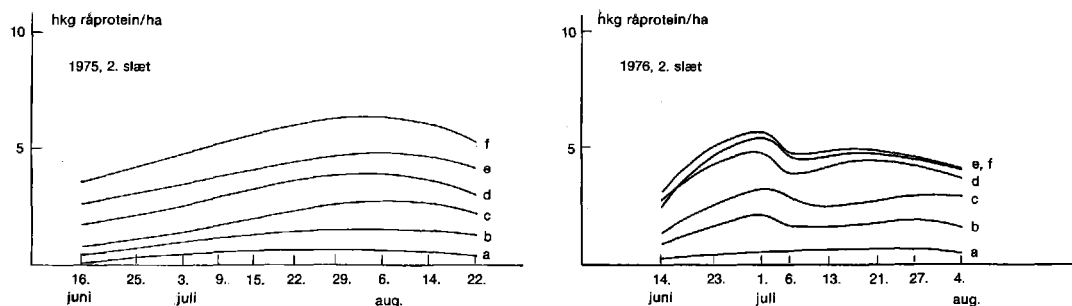


Fig. 6. Råproteinudbyttet i vækstperioden. 2. slæt.  
Yield of crude protein in the period of growth. Second cut.

I øvrigt må udbyttetigningen med stigende N-niveau formodentlig i højere grad tilskrives en virkning af N ladt tilbage i jorden efter 1. slæt end en virkning af N tilført 2. slæt, idet de regnmængder, der kom efter, at gødningen blev udbragt, i begge år var så små, at de må skønnes utilstrækkelige til at bringe gødningen effektivt ned i jorden.

Kurverne for råproteinudbyttet, der er vist i fig. 6, minder i deres forløb meget om kurverne for foderenhedsudbytte (i modsætning til 1. slæt).

### 3. og 4. slæt

I 1976 var 3. og 4. slæt så små på grund af tørke, at det skønnedes formålsløst at gennemføre de

planlagte analyser (bortset fra de afgrøder, der blev høstet på de forventet optimale tidspunkter). Omtalen af 3. og 4. slæt vedrører således alene 1975. I fig. 7 og 8 er udbyttet af henholdsvis foderenheder og råprotein vist.

Udbyttet for forsøgsled a, uden N-tilførsel, var meget lille, og er ikke vist i figurerne. Udbyttet for forsøgsled b er meget lavt, men der er kun ringe forskel på udbyttet ved de 4 højeste N-trin.

### Afgrødens kvalitet

I dette afsnit skal kun de kvalitetsegenskaber, der er bestemmende for den beregnede foderværdi omtales. Andre afgrødeanalyser skal omtales i et senere afsnit.

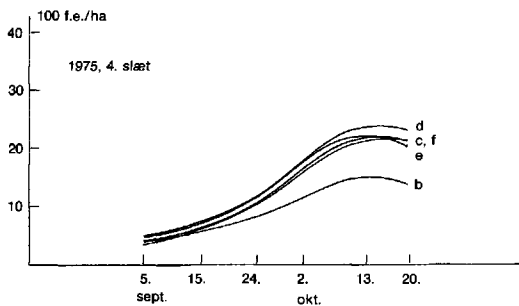
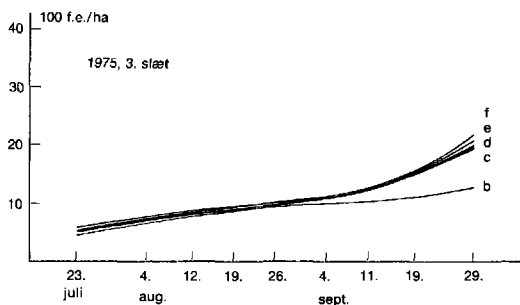


Fig. 7. Udbytte af foderenheder. 3. og 4. slæt, 1975.  
*Yield of feed-units. Third and fourth cut, 1975.*

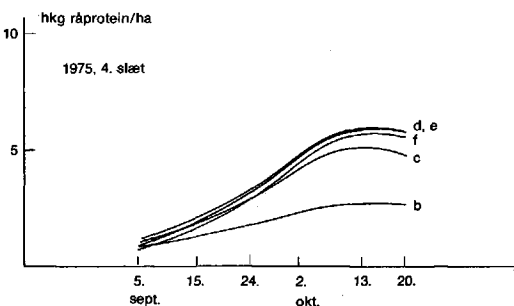
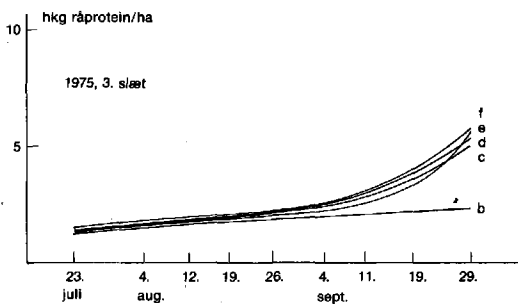


Fig. 8. Udbytte af råprotein. 3. og 4. slæt, 1975.  
*Yield of crude protein. Third and fourth cut, 1975.*

### Foderenheder pr. kg tørstof

Ud fra en umiddelbar betragtning forekommer foderenheder pr. kg tørstof, pr. kg plantetørstof eller pr. kg organisk plantetørstof at være et samlet mål for afgrødens foderkvalitet.

For vurdering af afgrødekvaliteten i de her omhandlede forsøg viser foderenhedskoncentrationen sig imidlertid at være et meget uklart mål for afgrødekvalitet. Dette skyldes, at fordøjeligt råprotein ved foderværdiberegningen tillægges en 43 pct. højere værdi end afgrødens øvrige fordøjelige organiske stof, hvilket medfører, at stærkt gødede afgrøder, alene på grund af et højere råproteinindhold, tillægges en højere værdi end svagere gødede afgrøder, og den kvalitetsforringelse, som sker ved afgrødens tiltagende alder, får et forstærket udtryk, fordi råproteinprocenten samtidig er stærkt faldende. Foderenhedskoncentrationen skal derfor ikke omtales nærmere.

### Fordøjeligt organisk stof

Fordøjeligheden af organisk stof blev bestemt ved hjælp af får, men kun i forholdsvis få af de

høstede afgrøder. Da der kun benyttedes et får pr. afgrøde er enkeltresultaterne behæftede med en temmelig stor usikkerhed. Resultaterne er vist i tabel 2.

Det ses, at i 1. slæt var fordøjeligheden høj og meget nær konstant indtil begyndelsen af juni, hvorefter der var et stærkt fald. I 2. slæt var fordøjeligheden forholdsvis lav og stærkt faldende med afgrødens alder. Også i 3. slæt var fordøjeligheden ret lav.

Gødskningen synes ikke at påvirke fordøjeligheden.

### Træstofindholdet

Træstofindholdet i 1. slæt er vist i fig. 9. Den ugødede afgrøde i forsøgsled a, adskiller sig klart fra de øvrige afgrøder. Der er en – noget uregelmæssig – stigning i træstofindholdet gennem vækstperioden, og gennemgående synes træstofindholdet at aftage lidt med stigende N-tilførsel.

2. slæt udviste lignende tendenser som 1. slæt, men knap så udpræget. I 3. og 4. slæt var der kun

Tabel 2. Fordøjelighedskoefficienter for organisk stof  
*Organic matter digestibility*

År Year	Slæt Cut	Dato Date	a	b	c	d	e	f
1975	1	23/5		81,6	83,7	82,8	79,7	
		29/5		80,0	78,3	77,5	79,8	
		2/6	77,1	78,8	81,3	79,2	82,0	79,1
		9/6		76,3	75,3	74,6	76,1	
		16/6		69,5	66,5	72,7	72,3	
	2	9/7	70,7	70,7	67,6	71,6	68,4	70,3
		15/7				64,9	67,0	
	3	19/8		71,0	73,3	69,3	67,6	
	4	2/10		76,6	79,0	76,4	80,1	81,3
1976	1	24/5		81,3	83,6	82,4	83,9	
		28/5		84,7	81,6	81,8	77,9	
		2/6	84,8	80,4	82,9	79,7	79,2	82,4
		8/6		79,2	76,5	75,6	82,7	
		14/6		75,6	73,4	80,6	72,0	
	2	1/7		72,7	75,2	75,1	73,2	
		7/7	62,7	67,7	69,2	68,0	67,6	67,4

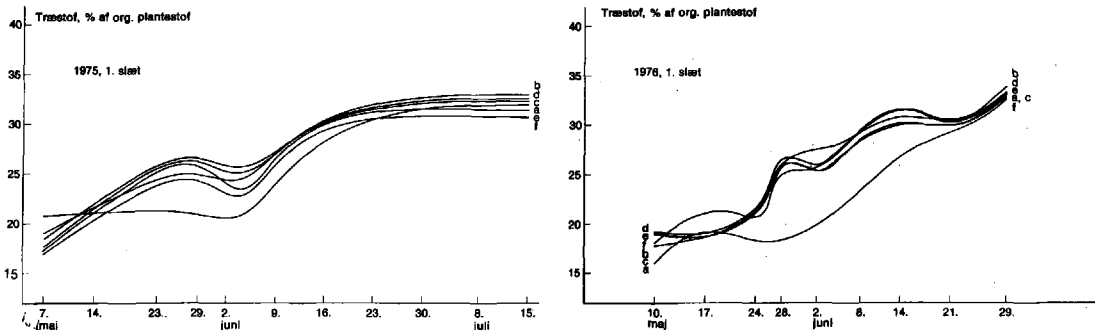


Fig. 9. Træstof i pct. af organisk plantestof. 1. slæt.  
*Crude fiber as per cent of plant organic matter. First cut.*

Tabel 3. Træstof i % af organisk plantestof. Forsøgsled d  
*Crude fiber as % of plant organic matter. Treatment d*

Slættid Number of cutting	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1975 2. slæt	22,4	23,1	25,5	27,0	28,0	26,1	25,3	25,5	26,2	27,5
3. »	21,9	22,2	24,3	23,2	23,7	24,0	23,6	23,4	22,9	
4. »	19,1	19,1	20,0	21,7	20,9	21,0				
1976 2. »	23,0	23,0	28,1	27,3	28,5	28,9	27,5	28,0		

en ubetydelig stigning i træstofindholdet gennem vækstperioden, men ligesom i 1. og 2. slæt afveg den ugødede afgrøde tydeligt fra de øvrige. Som eksempel på niveau og udvikling er træstofindholdet fra forsøgsled d, (600 kg N/ha), der kan betragtes som »normalt« gødet, vist i tabel 3. Det er indres, at der ikke er gennemført analyser i afgrøderne fra 3. og 4. slæt 1976.

#### Råproteinindholdet

Råproteinindholdet i afgrøden fra 1. slæt er vist i fig. 10.

Råproteinindholdet ses at være jævnt stigende

med stigende N-tilførsel og faldende gennem vækstperioden, i den første del meget stærkt. Dette er i god overensstemmelse med resultater af tidligere forsøg (Nørgaard Pedersen & Witt, 1975).

I andet slæt (fig. 11) er der en lignende men mindre markant og mere uregelmæssig tendens.

I 3. og 4. slæt er råproteinindholdet nogenlunde regelmæssigt stigende med stigende N-tilførsel, men uregelmæssigt varierende gennem vækstperioden (fig. 12). Variationen kan muligvis henføres til den varierende vandforsyning. I 3. slæt er der således en markant stigning i råproteinindholdet efter hver nedbørsperiode (sm. fig. 1).

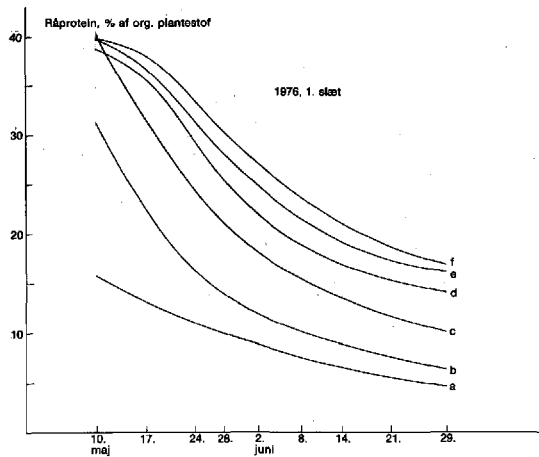
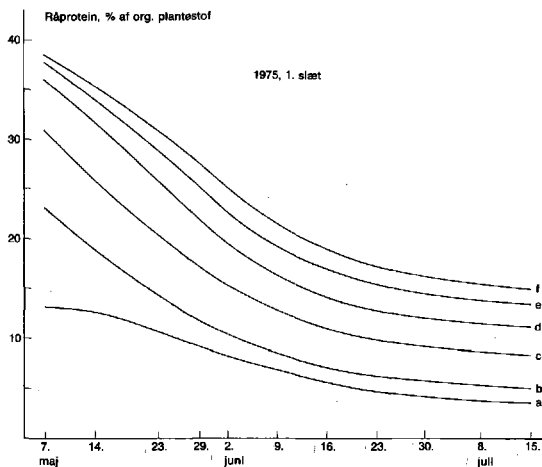


Fig. 10. Råprotein i pct. af organisk plantestof. 1. slået.  
Crude protein as per cent of plant organic matter. First cut.

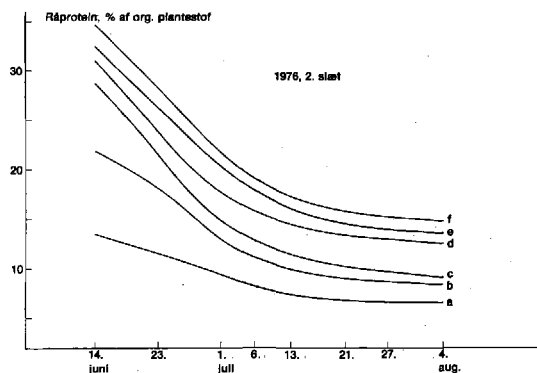
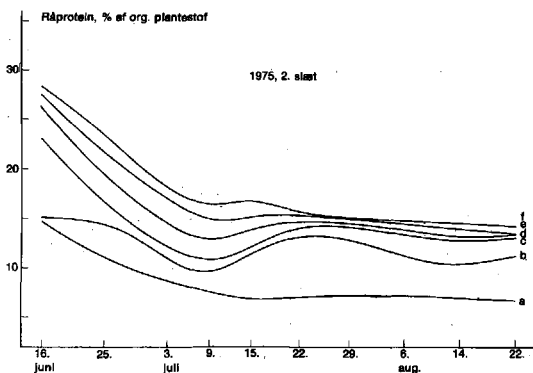


Fig. 11. Råprotein i pct. af organisk plantestof. 2. slået.  
Crude protein as per cent of plant organic matter. Second cut.

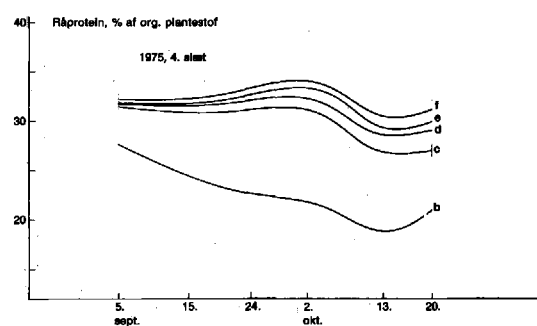
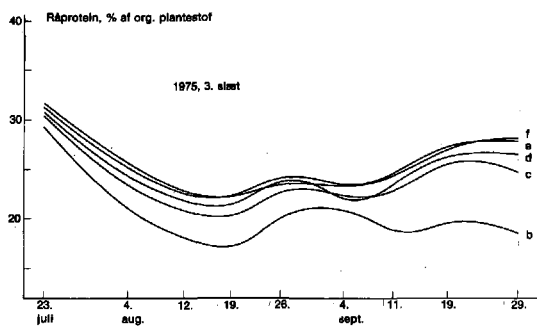


Fig. 12. Råprotein i pct. af organisk plantestof. 3. og 4. slået.  
Crude protein as per cent of plant organic matter. Third and fourth cut.

**Table 4.** Årsudbytte af organisk plantestof, foderenheder og råprotein  
*Seasonal yield of plant organic matter, feed-units and crude protein*

Forsøgsled <i>Treatment</i>	Org. plante- stof, kg/ha <i>Plant OM kg/ha</i>		Foderenheder pr. ha <i>Feed-units per ha</i>		Råprotein, kg pr. ha <i>CP kg per ha</i>	
	1975	1976	1975	1976	1975	1976
a, 0 N	2331	2011	(2047)	1863	(165)	183
b, 200 N	8606	6330	8177	5916	982	870
c, 400 N	9692	7492	9288	7041	1615	1347
d, 600 N	10631	7824	10512	7574	2053	1661
e, 800 N	10754	8091	11037	8037	2370	1917
f, 1000 N	10454	7895	10836	7856	2406	1957

### Årsudbytte

Som tidligere berørt udgør de parceller, der er høstet på de formodede optimale tidspunkter et ordinært gødningsforsøg. I tabel 4 er årsudbytte af organisk plantestof, foderenheder og råprotein vist.

Det ses, at i begge år er det højeste udbytte af foderenheder opnået i forsøgsled e, 800 kg N, og de højeste udbytter af råprotein i forsøgsled f, 1000 kg N.

Ud fra tabellen blev marginaludbytter af foderenheder og råprotein beregnet, og på basis heraf blev beregnet hvilken N-mængde, der er optimal. Beregningerne skal ikke omtales nærmere, blot skal anføres, at resultatet blev, at hvis den økonomiske grænse for N-tilførsel sættes til 3 foderenheder pr. kg N, bliver den optimale N-tilførsel i 1975 og 1976 henholdsvis 760 og 570 kg, og tages også hensyn til proteinværdien, bliver det beregnede optimum endnu højere.

Årsagen til, at beregningerne ikke skal omtales nærmere, er, at de – skønt formelt korrekte – reelt er uden mening, idet betingelsen for, at der ved sådanne beregninger kan nås et relevant resultat, er, at N-fordelingen til slættene er meget nær optimal. Denne betingelse er langt fra opfyldt i disse forsøg. F.eks. er det helt åbenbart, at det N, der er tilført 3. og 4. slæt i 1976, praktisk taget ikke har påvirket udbyttet.

*Optimering af den årlige N-tilførsel må rimeligvis baseres på optimering af N-tilførslen til de*

*enkelte slæt.* Det erindres her, at der i forsøgene faktisk blev tilstræbt en optimal N-fordeling, men bl.a. på grund af den ekstreme tørke, er dette langt fra opnået.

I fig. 13 er udbyttet af foderenheder og råprotein som funktion af N-tilførslen vist for de enkelte slæt.

Ud fra fig. 13 kan de marginale udbytter af foderenheder og råprotein beregnes. I fig. 14 er det marginale udbytte af foderenheder for 1. slæt vist. Der er kun vist én kurve, idet resultaterne i de to år meget nær faldt sammen i intervallet over ca. 50 kg N.

Af figuren fremgår, at marginaludbyttet falder stærkt fra et meget højt niveau indtil ca. 100 kg N, hvorefter det aftager jævnt mod 0, der nås ved ca. 320 kg N. Sættes prisforholdet 1 foderenhed/1 kg N til 3 bliver den optimale N-tilførsel ca. 230 kg.

Marginalkurvens form antyder, at det først tilførte N, indtil ca. 100 kg, væsentligst medfører en forøgelse af stængelmassen, mens det sidst tilførte hovedsagelig bevirker en forøgelse af bladmassen.

Marginaludbyttet af råprotein, der, med en anden enhed, er det samme som den marginale N-optagelse, er vist i fig. 15.

Det bemærkes, at kurverne i deres forløb afviger stærkt fra kurven for foderenhedsudbytte, og marginaludbyttet bliver 0 ved en noget højere N-tilførsel, meget nær den samme i de to år. Ved

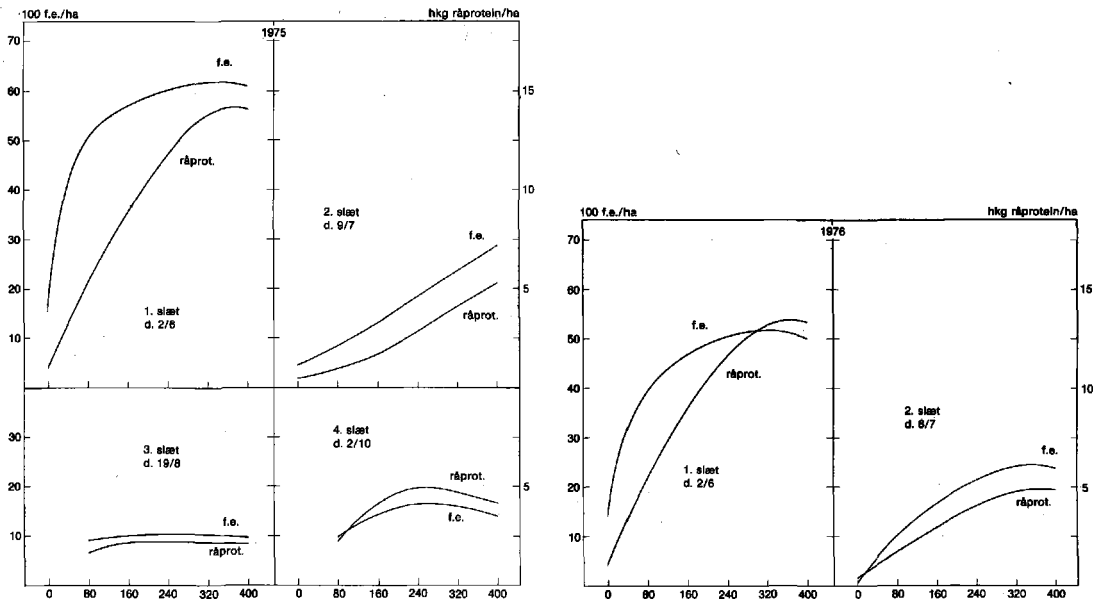


Fig. 13. Udbytte af foderenheder og råprotein som funktion af N-tilførslen.  
The effect of N-application on yields of feed-units and crude protein.

det før omtalte optimum, 230 kg N, er det marginale råproteinudbytte i begge år, ca. 3 kg. Da dette optimum er baseret på 3 foderenheder pr. kg N, betyder dette, at hele det marginale udbytte af foderenheder – nok endda lidt mere – består af råprotein.

Ved bestemmelse af optimal N-tilførsel må den marginale råproteinproduktion naturligvis tages i betragtning. En forudsætning for overskuelige beregninger er det imidlertid, at foderenheder og råprotein angives i samme enhed, altså i kroner og ører. En generel værdiansættelse af råproteinet er imidlertid ikke mulig, da den må baseres på 1) prisen på erstatningsprotein, der er meget varierende 2) kvaliteten af det producerede protein og, hvad der især er afgørende, 3) om det producerede protein kan udnyttes effektivt i den produktion, som afgrøden er bestemt for. Fastlæggelse af N-optimum kan således ikke foretages generelt, men bør betragtes som et specifikt driftsøkonomisk problem. Det vil dog være rimeligt at regne med, at den optimale N-tilførsel ikke kan være lavere end den, der beregnes alene ud

fra foderenhedsproduktionen, altså 230 kg. Ved denne N-tilførsel kan ud fra fig. 10 beregnes, at afgrødens råproteinindhold i 1975 og 1976 var henholdsvis 18,8 og 22,0 pct. af organisk plante stof, hvilket svarer til ca. 17 og ca. 20 pct. af tørstof. Da et råproteinindhold på 16–18 pct. af tørstof sædvanligvis regnes at kunne udnyttes effektivt i mælkeproduktionen, synes tilførsel af 230 kg N således at være meget nær optimalt også med hensyntagen til råproteinproduktion i 1975 – men lidt over optimum i 1976. Ud fra vækstkurverne i fig. 3 forekommer det imidlertid rimeligt at antage, at det i 1976 ville have været mere hensigtsmæssigt at opnå et optimalt råproteinindhold i afgrøden ved at udsætte slættidspunktet 3–4 dage end ved at reducere N-tilførslen.

Det her anførte kan konkluderes således: *Tilførsel af ca. 230 kg N til første slået vil være meget nær optimalt, hvis afgrøden høstes, når råproteinindholdet udgør 16–18 pct. af tørstoffet.*

Det pointeres udtrykkeligt, at dette gælder, hvor der er lignende produktionsforhold som i Ødum, der er karakteriseret ved:



- 1) Jorden har et så højt indhold af tilgængeligt vand, at tørkesymptomer meget sjældent vil vise sig i 1. slæt.
- 2) Høj produktivitet, ca. 7000 foderenheder pr. ha i 1. slæt høstet i begyndelsen af juni.
- 3) Meget ringe N-frigørelse fra jorden. Uden N-tilførsel er kun optaget ca. 20 kg N i 1. slæt.

Frigøres mere N i jorden, må der naturligvis tages hensyn hertil ved fastlæggelse af N-tilførslen.

Ved høst i begyndelsen af juni falder den N-mængde, der er optimal m.h.t. foderenhedsproduktion og den, der giver et optimalt råproteinindhold, altså omtrent sammen. Men både ved

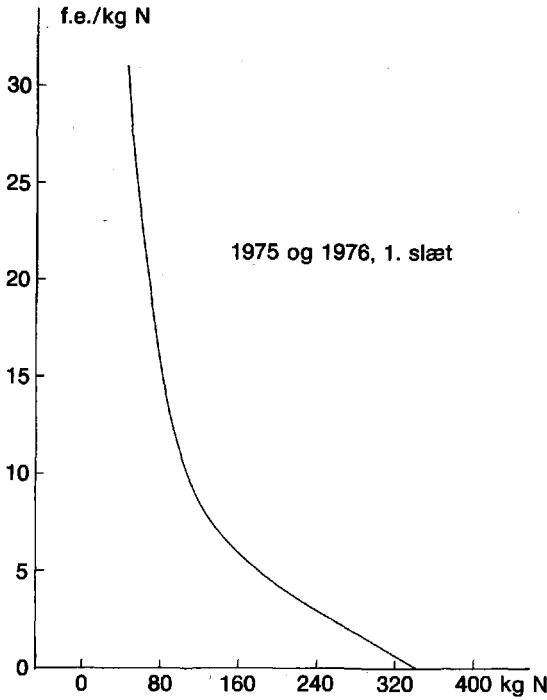


Fig. 14. Marginaludbyttet af foderenheder. 1. slæt.  
Marginal yield of feed-units. First cut.

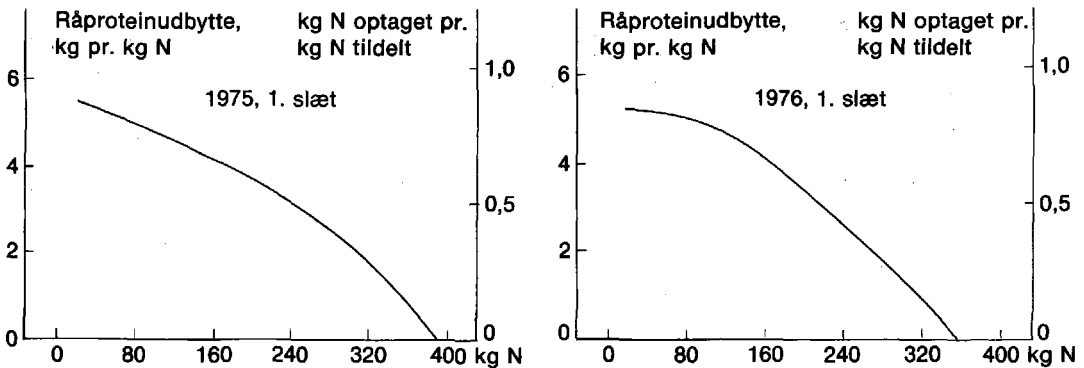


Fig. 15. Marginaludbyttet af råprotein. Marginaloptagelsen af N. 1. slæt.  
Marginal yield of crude protein. Marginal uptake of N. First cut.

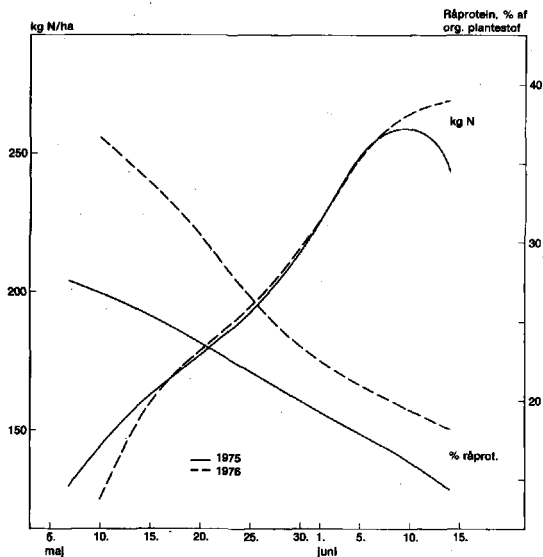


Fig. 16. Optimal N-tilførsel i 1. slæts vækstperiode, når marginaludbyttet 3 f.e. pr. kg N anses for optimalt, og afgrødens indhold af råprotein ved optimal N-tilførsel. *Optimum N-application at various times during first period of growth when a marginal yield of 3 feed-units per kg N is considered optimum, and the percentage crude protein in the crop at optimum N-application.*

tidligere og ved senere høst vil dette ikke være tilfældet. Høstes tidligere, vil afgrøden ved den N-mængde, der er optimal for foderenhedsproduktionen, have et råproteinindhold, der er højere end optimalt, og høstes senere må forøgelsen af N-tilførsel væsentligst – eller udelukkende – begrundes ud fra hensynet til at opnå en afgrøde med et passende råproteinindhold. Dette er illustreret i fig. 16.

Optimal N-tilførsel er i de to år ikke meget forskellig, derimod er der en betydelig forskel i det råproteinindhold, der er opnået ved optimal N-tilførsel, og figuren indikerer også, at det optimale tidspunkt for høst af 1. slæt falder noget senere i 1976 end i 1975.

I 2. slæt er udbyttet af foderenheder og råprotein stærkt stigende med N-tilførslen, i 1975 helt op til højeste N-mængde, 250 kg, og i 1976 til næsthøjeste N-mængde, 200 kg, (fig. 13). Som tidligere berørt skyldes merudbyttet for N-tilførs-

sel formentlig snarere virkningen af N ladt tilbage i jorden efter 1. slæt end det direkte tilførte N. Vurdering af, hvad der må anses for optimal N-tilførsel til 2. slæt på basis af udbyttekurverne, er således uden mening. Det er imidlertid rimeligt at antage, at der ville være opnået praktisk taget samme udbytte uden N-tilførsel, og den optimale N-tilførsel til 2. slæt – under disse ekstreme forhold – bliver herefter 0. I 3. slæt (1975) er det maksimale udbytte, som er meget lavt, nået ved den mindste N-tilførsel, 40 kg, men helt uden N-tilførsel var udbyttet praktisk taget 0. Det samme gælder 4. slæt, hvor højeste udbytte er opnået ved tilførsel af 3. højeste N-mængde, 120 kg. Såvel i 3. som i 4. slæt kan der ikke skelnes mellem virkningen af N tilført vedkommende slæt og N ladt tilbage fra tidligere slæt.

Optimal N-forsyning er øjensynlig end ikke tilnærmelsesvis opnået i nogen af de seks forsøgsled, hvilket for en stor del må tilskrives, at vækstbetingelserne under 2. og især 3. og 4. slæt på grund af den ekstreme tørke i begge år blev meget ringere end forudset.

Som tidligere nævnt var det i forsøgsplanen tilstræbt, at de enkelte slæt tilføres kvælstofgødning i forhold til det forventede udbytte. Dette princip er formentlig ikke meget forkert, men forsøgene afslører tydeligt, at når udbytterelationen mellem slættene og dermed N-fordelingen fastlægges forud, ud fra forventede normale vækstvilkår, kan det føre til en absurd gødskning under tørkeforhold.

Konsekvensen heraf må blive, at det må konkluderes, at problemerne vedrørende græsmerkernes N-gødskning ikke kan løses ved forsøg, hvor N-mængder og N-fordeling er forud fastlagt. Forsøgene må nødvendigvis tilrettelægges med henblik på at nå frem til en gødskningsstrategi, der sikrer en nogenlunde optimal N-forsyning af de enkelte slæt uanset vækstvilkårene.

Til belysning af den problematik, der herved opstår, skal forsøges at vurdere, hvad en optimal N-tilførsel ville have været i de to forsøgsår.

For 1. slæt var optimum i begge år ca. 230 kg N. Det N, der blev udbragt til 2. slæt, blev formentlig kun i ringe grad udnyttet ved dette slæt. Optimal tilførsel bliver således 0 kg. Til 3. slæt var opti-

mum meget lavt, nok højst 40 kg i 1975 og endnu mindre i 1976. Til 4. slæt var optimum formentlig lidt højere, omkring 100 kg i 1975 og noget lavere i 1976. Det kan herefter skønnes, at optimal N-tilførsel i 1975 bliver ca. 350 kg og i 1976 noget mindre. Der er ved dette skøn set bort fra, at der i begge år er opnået et betydeligt merudbytte i 2. slæt ved at gøde 1. slæt overoptimalt, og der kan ikke ses bort fra, at overgødskning af de enkelte slæt med henblik på at sikre det følgende slæts N-forsyning kan være en rationel strategi.

Ud fra ovenstående kan foreslås to strategier for N-tilførsel:

*Strategi I.* De enkelte slæt tilføres en N-mængde, der tilstræbes optimal for vedkommende slæt under gunstige vækstvilkår. Ulempen ved denne strategi er, at et slæt kan blive underforsynet med N, fordi den gødning, der udbringes til vedkommende slæt, ikke bliver bragt ned i jorden.

*Strategi II.* Som strategi I, blot tilføres der så meget ekstra kvælstof til de enkelte slæt, at det følgende slæts N-forsyning er rimeligt sikret. Ved denne strategi vil de enkelte slæt – måske med undtagelse af sidste slæt – blive gødet overoptimalt, men den væsentligste ulempe bliver dog nok, at der er risiko for, at afgrøden får et for højt råproteinindhold og især et for højt nitratindhold.

Begge strategier forudsætter en viden om, hvilken N-mængde, der under gunstige vækstforhold vil være optimal. Det må nok konstateres, at kun for 1. slæts vedkommende foreligger en forsøgs-mæssigt underbygget viden.

Ved optimal eller overoptimal gødskning optages afgrøden ikke al den gødning, der står til rådighed – en betydelig mængde efterlades i jorden, hvilket der naturligvis må tages hensyn til ved fastlæggelse af gødningstilførslen.

Idet den mængde N, der frigøres i jorden, efterlades fra forrige slæt eller tilføres med gødning, kaldes N til rådighed, og det antages, at optimal mængde N til rådighed for henholdsvis 1., 2., 3. og 4. slæt er 250, 200, 150 og 125 kg, at der frigøres 20, 15, 10 og 10 kg N i jorden og at 70 pct. af det N, der står til rådighed under gunstige vækstvilkår optages i afgrødens overjordiske dele, skal skitseres, hvilken N-tilførsel til de enkelte slæt de to strategier fører til under forskellige vækstvilkår.

*Strategi I.* N-tilførslen til 1. slæt bliver 230 kg, idet  $230 + 20 = 250$  kg. Af disse 250 kg optages 175 kg (idet der altid regnes med gunstige vækstvilkår under 1. slæt) og 75 kg efterlades i jorden. Til 2. slæt må følgelig tilføres  $200 \div 15 \div 75 = 110$  kg. For 3. og 4. slæt vil N-tilførslen afhænge af vækstvilkårene under 2. og 3. slæt, som skitseret i tabel 5.

*Strategi II.* Denne strategi kan fastlægges på forskellig måde. Her skal regnes med, at der tilføres så meget N, at N til rådighed for de enkelte slæt undtagen 4. slæt forøges med 50 pct., og der regnes med, at  $\frac{1}{3}$  af den overoptimale mængde N optages under gunstige vækstvilkår. Til 1. slæt må herefter tilføres  $230 + 125 = 355$  kg N. Der optages  $175 + 42 = 217$  kg, hvorefter der efterlades  $355 \div 217 = 158$  kg til 2. slæt. Til 2. slæt tilføres  $300 \div 158 \div 15 = 127$  kg N. N-tilførslen til senere slæt vil afhænge af vækstvilkårene som skitseret i tabel 5.

Der kunne tænkes mange andre N-fordelinger, idet ugunstige vækstbetingelser kan variere fra misvækst til noget nær normal vækst. Der er også mange problemer ved de skitserede principper for N-tildeling. Dels kan det være vanskeligt at fastlægge, hvor meget N, der bortføres ved de enkelte slæt, dels er der set bort fra eventuel nedvaskning eller denitrificering af N, og hvis der sker væsentlige tab, vil behovet for N-tilførsel blive forøget tilsvarende.

*Forholdet mellem N-optagelse og stofproduktion*  
I gødningsforsøg sættes udbyttet sædvanligvis i direkte relation til gødningstilførslen. Imidlertid vil det formodentlig ofte især for N-gødskningsforsøg være mere hensigtsmæssigt at dele gødskningsproblematikken i to dele:

1. Hvad er – under givne betingelser – optimal N-optagelse?
2. Hvordan sikres, at der er så meget N i jorden, at optimal N-optagelse kan opnås?

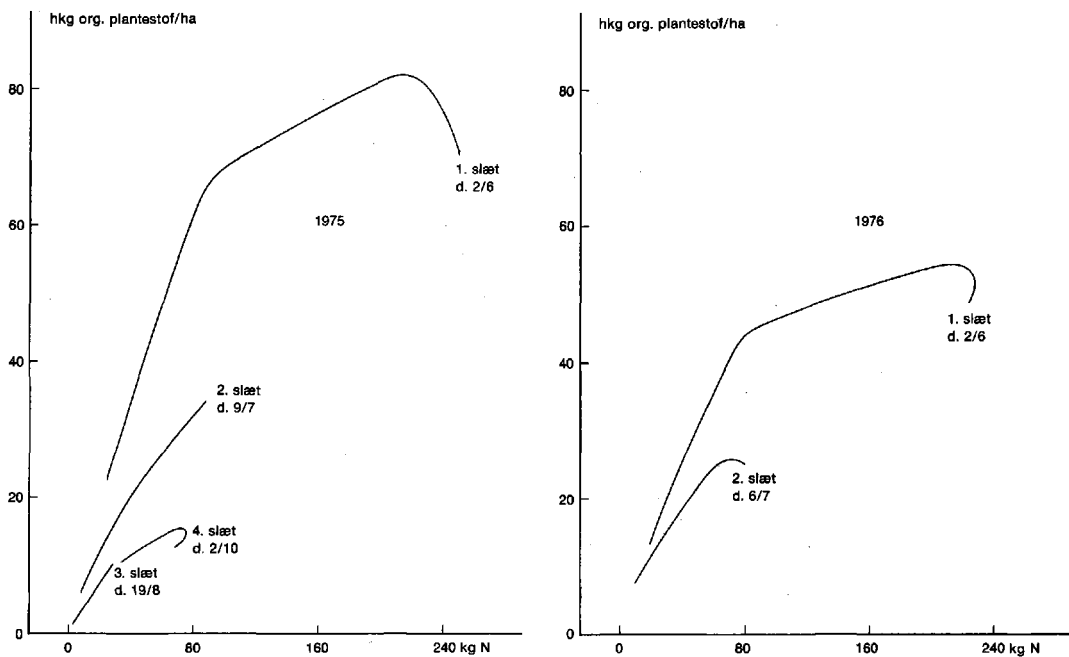
I fig. 17 er stofproduktionen vist som funktion af N-optagelsen.

Som mål for stofproduktion er organisk plante-stof foretrukket, da denne størrelse i modsætning til foderenheder ikke indebærer en kvalitetsvurdering.

**Table 5.** N-tilførsel til 3. og 4. slæt under forskellige vækstforhold ved forskellig gødningsstrategi  
*N-application for third and fourth growth under different growth conditions and different fertilizing strategy*

Strategi	Vækstvilkår		2. slæt		3. slæt			4. slæt		N tilført i alt
	2. slæt	3. slæt	N op- taget 2. growth	N efter- ladt	N til- ført	N op- taget 3. growth	N efter- ladt	N til- ført	N til rå- dighed 4. growth	
	Conditions of growth		N taken up	N left	N ap- plied	N taken up	N left	N ap- plied	N to dispo- sal	
I	gunstige <sup>1)</sup>	gunstige	140	60	80	105	45	70	125	490
	ugunstige <sup>2)</sup>	»	60	140	0	105	45	70	125	410
	ugunstige	ugunstige	140	60	80	35	115	0	125	420
	ugunstige	»	60	140	0	35	115	0	125	340
II	ugunstige	gunstige	173	127	88	130	95	20	125	590
	ugunstige	»	75	225	0	130	95	20	125	502
	gunstige	ugunstige	173	127	88	50	175	0	175	570
	ugunstige	»	75	225	0	50	175	0	175	482

1) good 2) poor



**Fig. 17.** Produktionen af organisk plantestof som funktion af optaget N.  
*The effect of absorbed N on production of plant organic matter.*

I 1. slæt ses udbyttet at være lineært stigende, indtil der er optaget ca. 80 kg N. Derefter kommer et område, indtil der er optaget ca. 200 kg N, hvor udbyttet også er tilnærmelsesvist lineært stigende, men med en langt mindre stigning pr. kg N. Ved optagelse af endnu større mængder N er udbyttet aftagende. Udbyttekurvens form indicerer, at de først optagne ca. 80 kg hovedsagelig stimulerer stængelvæksten, medens det derudover optagne N hovedsagelig påvirker bladvæksten.

I 2. slæt er udbyttet nærmest lineært stigende, indtil der er optaget ca. 100 kg N. Stigningen er svagere end i første del af kurverne for 1. slæt, men stærkere end i anden del af kurverne, hvilket indicerer, at N-optagelsen påvirker stængelvækst og bladvækst ligeligt i 2. slæt. Om optagelse af endnu større mængder N i 1975 ville have forøget udbyttet, kan naturligvis ikke afgøres. Krumningen på kurven for 1976 skyldes, at ved den største mængde *tilført* N er både N-optagelsen og stofproduktionen formindsket.

For 3. og 4. slæts vedkommende (1975) synes der at være lineær sammenhæng mellem N-optagelse og stofproduktion, men udbytterne er på grund af de ekstreme vækstforhold så lave, at de ikke kan anses for typiske, hvorfor resultaterne ikke skal omtales nærmere.

Det er allerede omtalt, at sikring af tilstrækkelige mængder N i jorden, selv om der ikke kommer regn efter udbringning af gødning til vedkommende slæt, muligvis kan ske ved overforsyning af tidligere slæt. En anden mulighed er at tilføre N i form af flydende ammoniak eller eventuelt som bladgødsning. Hvor der er vandingsmulighed, men begrænsede mængder vand til rådighed, vil det nok være rimeligt, at der reserveres vand til at bringe gødningen ned i jorden.

### *Nogle særlige kvalitetsproblemer*

#### **Gødsning til ønsket råproteinprocent**

Som det fremgår bl.a. af fig. 10, er råproteinindholdet i 1. slæt på ethvert tidspunkt bestemt af N-tilførslen. Det skulle herefter være muligt at afpasse N-tilførslen således, at afgrøden på ethvert tidspunkt har et ønsket råproteinindhold.

I fig. 16 er vist, hvor meget N, der måtte tilføres 1. slæt i 1975 og 1976 for at opnå et råproteinindhold på henholdsvis 16 og 20 pct. af organisk plantestof. Som tidligere omtalt (side 432) vil afgrøden, hvis den er gødet optimalt vurderet ud fra udbyttet af foderenheder, have et overoptimalt råproteinindhold, når der høstes før ca. 2. juni. Dvs. at ved tidlig høst er det ikke muligt samtidig at opnå en optimal foderenhedsproduktion og et optimalt råproteinindhold i afgrøden. For at illustrere denne problematik er i fig. 18 også vist, hvilket udbytte af foderenheder, der er opnået ved tilførsel af N-mængder, der giver afgrøder med henholdsvis 16 og 20 pct. råprotein samt udbyttet ved optimal N-tilførsel. Det ses, at ved tidlig høst er det ret betydelige udbyttereduktioner, der må regnes med, hvis man ikke vil acceptere et overoptimalt råproteinindhold i afgrøden, og større jo tidligere, der høstes.

#### **Kontrol af afgrødens råproteinprocent**

Ved høst af 1. slæt til ensilering i begyndelsen af juni skulle det, som allerede nævnt, være muligt at optimere N-tilførslen både med hensyn til foderenhedsudbytte og råproteinindhold.

Ved at bestemme råproteinindholdet i afgrøden 4-8 dage før det planlagte høsttidspunkt, skulle det være muligt at beregne med god sikkerhed på hvilken dato, afgrøden har et ønsket råproteinindhold.

Den første forudsætning herfor er naturligvis, at afgrøden er gødet med henblik herpå. En anden forudsætning er, at det med nogenlunde sikkerhed vides, hvor meget råproteinprocenten falder pr. døgn. I fig. 19 er vist, hvor stor den daglige ændring af råproteinprocenten var i 1975 og 1976 i hele 1. slæts vækstperiode og for alle 6 N-niveauer.

Kurverne kan forekomme noget forvirrende. Billedet forenkles imidlertid, hvis vi kun ser på kurven for forsøgssled d, der meget nær repræsenterer den relevante N-tilførsel i det relevante tidsrum, slutningen af maj og begyndelsen af juni. Det ses, at for forsøgssled d varierer den daglige nedgang i 1975 fra ca. 0,75 pct. til ca. 0,45 pct. pr. døgn og i 1976 fra ca. 0,85 pct. til ca. 0,55 pct. pr. døgn. Det er herefter nok rimeligt at antage, at

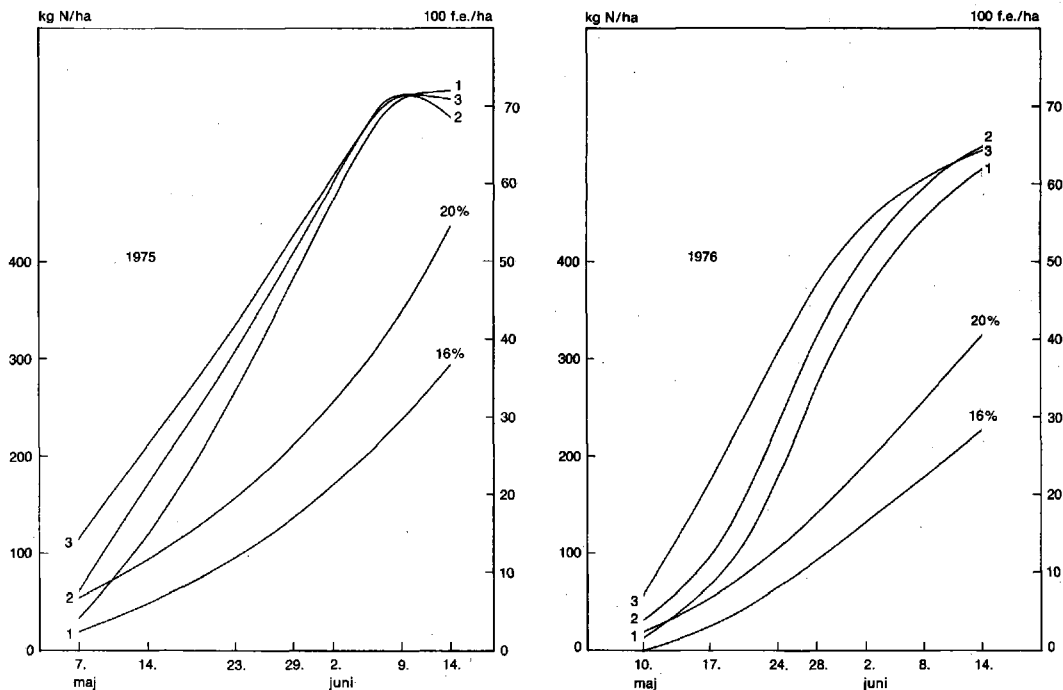


Fig. 18. N-tilførsel til 1. slået, der giver afgrøder med henholdsvis 16 og 20 pct. råprotein i organisk plantestof, og de til disse N-tilførsler svarende udbytter af foderenheder (1 og 2), samt udbyttet af foderenheder ved optimal N-tilførsel (3).

*N-application to first cut giving crops with respectively 16 and 20 per cent crude protein in plant organic matter, and corresponding yields of feed-units (1 and 2), and the yield of feed-units at optimum N-application (3).*

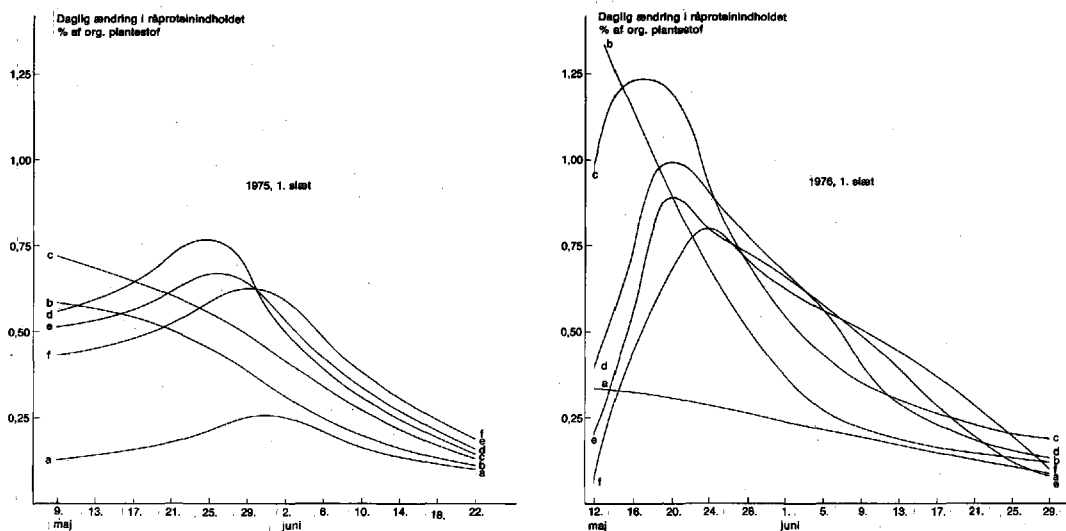


Fig. 19. Daglig nedgang i råproteinprocent i 1. slået 1975 og 1976.  
*Decrease per day of percentage crude protein in first cut 1975 and 1976.*

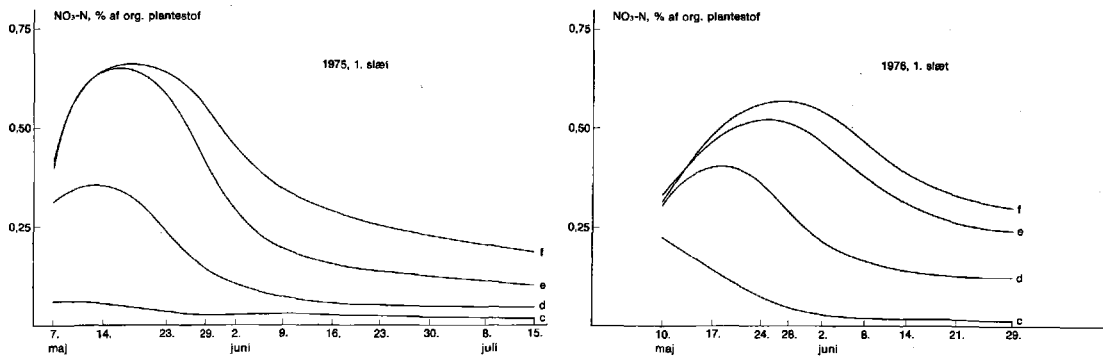


Fig. 20. Afgrødens nitratindhold. 1. slæt 1975 og 1976.  
Content of nitrate in the crop. First cut 1975 and 1976.

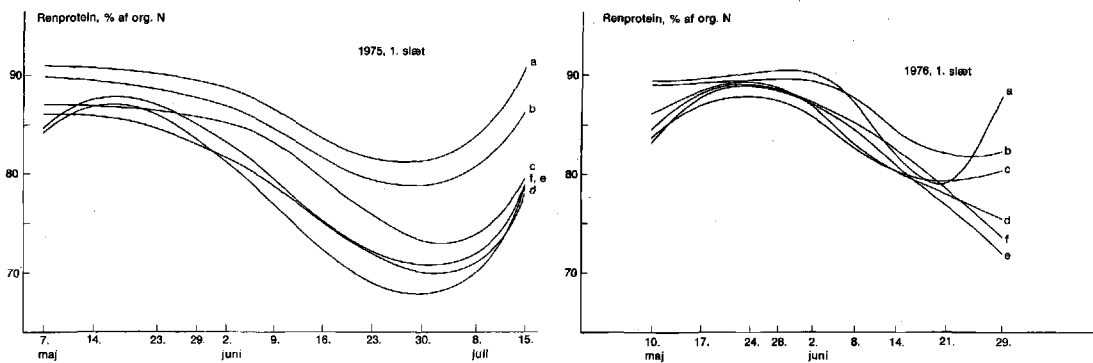


Fig. 21. Renprotein i pct. af organisk N, 1. slæt 1975 og 1976.  
True protein as per cent of organic N ( $= \text{total N} \div \text{NO}_3\text{-N}$ ). First cut 1975 and 1976.

hvis der i praksis regnes med en nedgang på ca. 0,6 pct. pr. døgn, vil råproteinindholdet på et givet høsttidspunkt kunne beregnes med tilfredsstillende sikkerhed.

### Afgrødens indhold af nitrat

Ved tilførsel af store mængder N er der risiko for, at afgrøden får et så højt indhold af  $\text{NO}_3\text{-N}$ , at der kan være fare for, at der opstår  $\text{NO}_3\text{-N}$ -forgiftning ved opføringen. Sædvanligvis anses 0,40 pct.  $\text{NO}_3\text{-N}$  som værende den kritiske værdi. I 1. slæt er et så højt indhold kun nået ved tilførsel af 320 eller 400 kg N, som det er illustreret i fig. 20. Af figurerne fremgår, at også ved tilførsel af 240 kg N er  $\text{NO}_3\text{-N}$ -indholdet nær faregrænsen omkring midten af maj måned, men ved høst på normal tid i begyndelsen af juni langt under. Ud fra figurerne

må det nok konkluderes, at ca. 300 kg N er det højeste, der kan tilføres til 1. slæt uden fare for at  $\text{NO}_3\text{-N}$ -indholdet på det normale høsttidspunkt bliver for højt.

For 2., 3. og 4. slæt skal ikke anføres data, idet  $\text{NO}_3\text{-N}$ -indholdet kun i et enkelt tilfælde var over 0,40 pct., og kun ved tilførsel af de højeste gødningsmængder og kun ved de tidligste høsttider er der fundet et  $\text{NO}_3\text{-N}$ -indhold nær faregrænsen.

At  $\text{NO}_3\text{-N}$ -indholdet i 2., 3. og 4. slæt i intet tilfælde er blevet ekstremt højt må dog sikkert tilskrives de unormale vækstforhold, idet der må regnes med, at en betydelig del af det tilførte N ikke er blevet opløst og derfor ikke har kunnet optages. Under mere normale vejrforhold ville der utvivlsomt være opstået alvorlige problemer ved tilførsel af de største gødningsmængder.

## Renproteinindholdet

Ved stærk gødskning kan  $\text{NO}_3\text{-N}$  udgøre en betydelig del af råproteinet, helt op til ca. 20 pct., og det må betragtes som selvfølgelig, at råproteinet renproteinindhold vil være faldende med stigende  $\text{NO}_3\text{-N}$ -indhold, og det problem, der her skal søges belyst er, om også det nitratfrie råproteins sammensætning påvirkes af gødskningen. Fig. 21 viser renproteinindholdet i pct. af organisk N (= nitratfrit N) for 1. slæt. Det ses, at renprotein-N i pct. af organisk N er næsten regelmæssigt faldende

de med stigende N-tilførsel og stærkt faldende fra begyndelsen af juni til sidste halvdel af juni, hvor der synes at indtræde en stigning.

For 2., 3. og 4. slæt varierede renproteinprocenten fra ca. 75 til ca. 93, men denne variation synes ikke at have nogen sammenhæng hverken med gødskning eller slættidspunkt. At der ikke har kunnet påvises nogen indflydelse af disse faktorer, kan muligvis tilskrives de ekstreme vækstbetingelser.

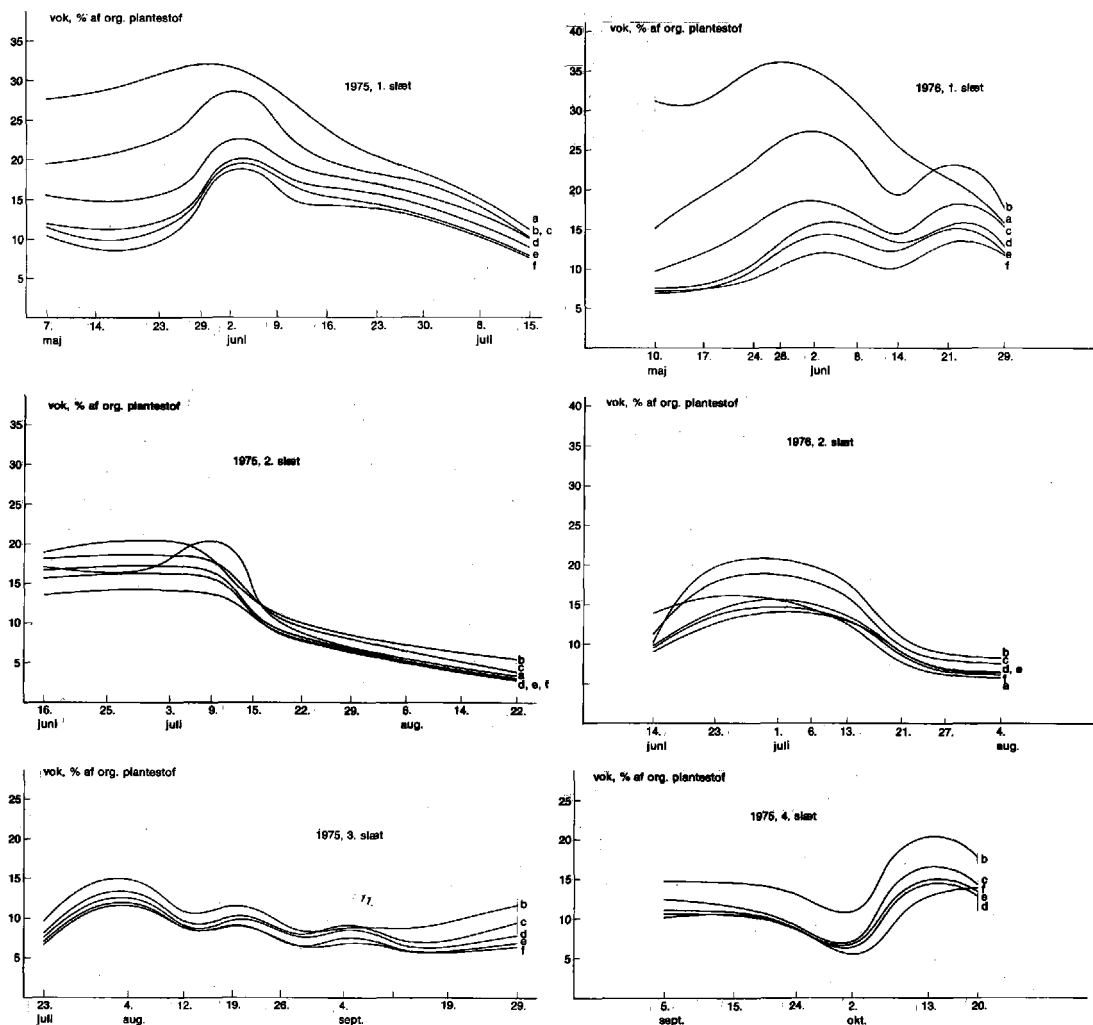


Fig. 22. Vok (vandopløselige kulhydrater) i pct. af organisk plantestof. WSC as per cent of plant organic matter.



### Afgrødens sukkerindhold

Af fig. 22 fremgår, at sukkerindholdet (vok) er nogenlunde regelmæssigt faldende med stigende N-tilførsel, mest tydeligt i 1. slæt.

I 1. slæt ses sukkerindholdet at være højest omkring 1. juni. I de øvrige slæt er sukkerindholdet uregelmæssigt varierende gennem vækstperioden.

### Afgrødens askeindhold

Askeindholdet er vist i fig. 23. Det ses, at askeindholdet er regelmæssigt stigende med stigende N-tilførsel og noget faldende gennem vækstperioden. Det kan ikke afvises, at det stigende askeindhold med stigende N-tilførsel helt eller delvis skyldes, at P og K blev tilført proportionalt med N.

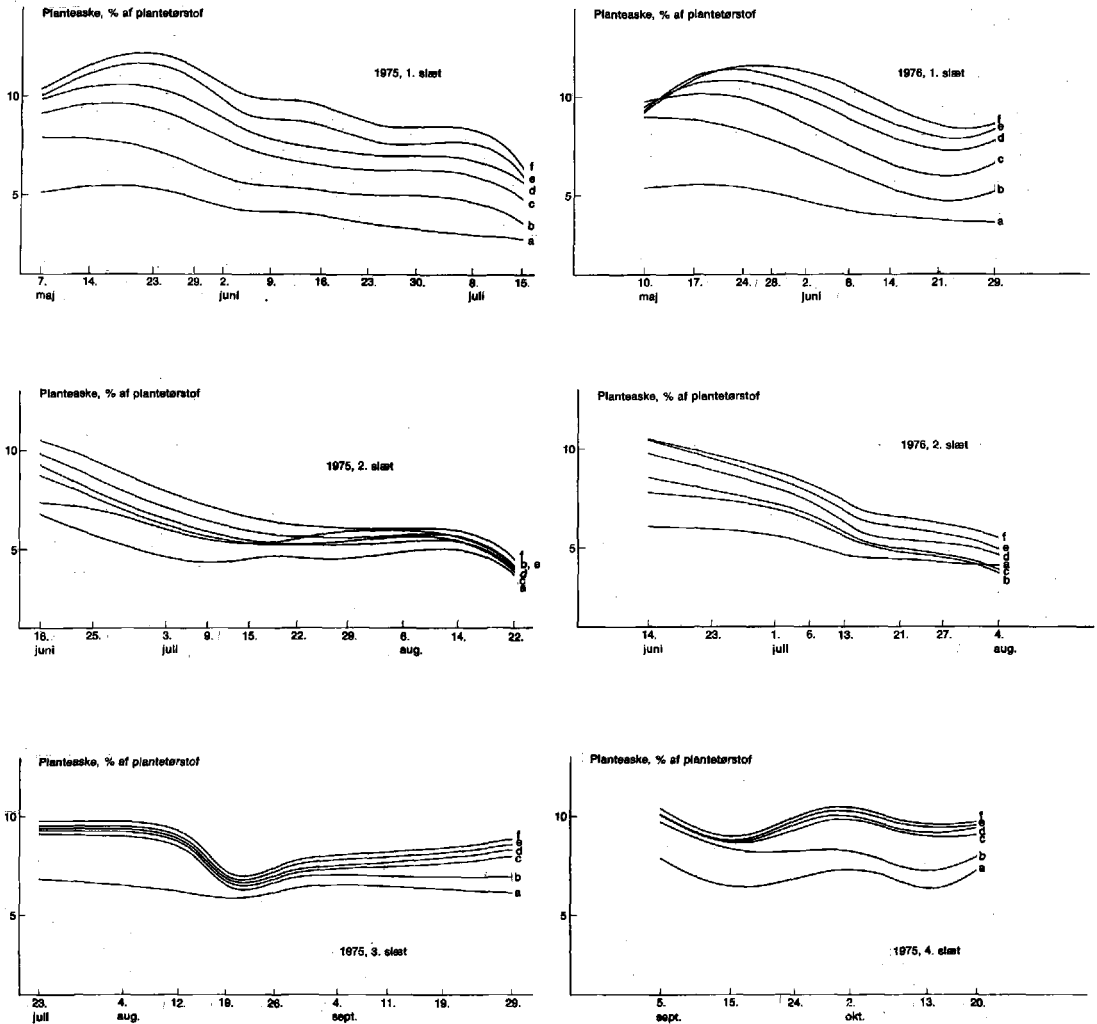


Fig. 23. Afgrødernes indhold af aske i pct. af plantetørstof. 1975 og 1976.  
Ash as per cent of plant organic matter. 1975 and 1976.

Dette princip for tilførsel af P og K har vist sig langt fra at være rationelt, idet det har bevirket en stærk ophobning af P og K i jorden, som det fremgår af tabel 6.

**Tabel 6.** Jordbundsanalyser, okt. 1975  
*Soil analyses, Oct. 1975*

Forsøgsled <i>Treatment</i>	Rt	Ft	Kt	Mgt
a	6,4	8,4	9,0	4,1
b	6,4	8,9	12,3	4,1
c	6,1	9,4	19,7	3,7
d	5,9	12,6	28,0	4,7
e	6,0	11,6	38,0	4,5
f	5,7	10,0	42,7	4,2

**Tabel 7.** Datoer for delslæt og gødningsudbringning  
*Dates of cutting and application of fertilizer*

Høst- tid <i>Time of harvest</i>	1. slæt 1. <i>cut</i>	2. slæt 2. <i>cut</i>	3. slæt 3. <i>cut</i>	4. slæt 4. <i>cut</i>
1	7/5	16/6	24/7	8/9
2	15/5	25/6	4/8	15/9
3	23/5	3/7	12/8	24/9
4	29/5	9/7	19/8	2/10
5	3/6	15/7	27/8	13/10
6	9/6	22/7	8/9	-
7	16/6	29/7	11/9	-
8	22/6	6/8	-	-
9	30/6	-	-	-
10	8/7	-	-	-
Udbr. af gødning	14/3	4/6	9/7	21/8

### Forsøget ved Borris

#### Indledning

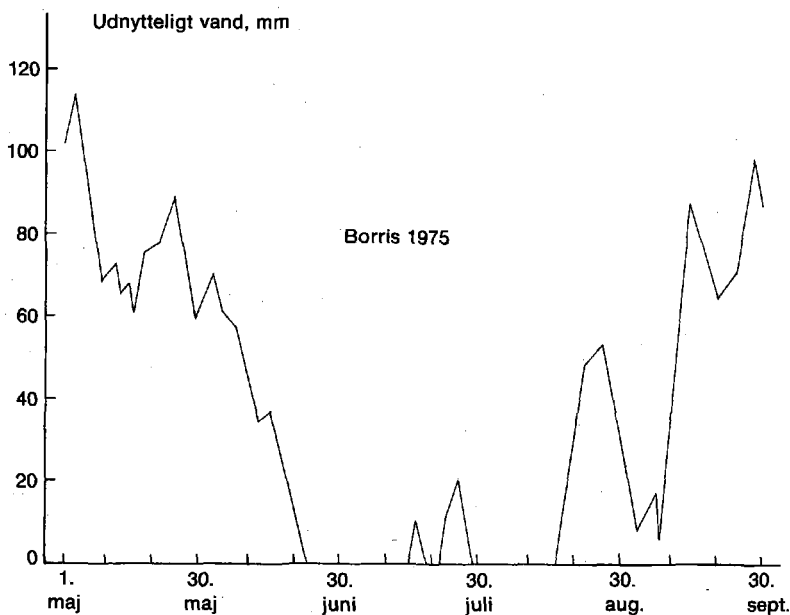
I forsøget ved Borris var kun forsøgsleddene c (400 kg N/ha) og d (600 kg N/ha) medtaget. Markplanen var principielt den samme som ved Ødum.

Datoer for slæt og udbringning af gødning fremgår af tabel 7. Parceller høstet på de datoer,

der er fremhævet i tabellen, udgør tilsammen et normalt gødningsforsøg (sml. side 419).

Jordtypen betegnes som fin lerblandet sand. Dens indhold af udnytteligt vand i 60 og 100 cm's dybde er henholdsvis 94 og 125 mm.

Udnytteligt vand i vækstperioden er vist i fig. 24.



**Fig. 24.** Udnytteligt vand i vækstperioden.  
*Utilizable water in the growing season.*

Det ses, at tørke gør sig gældende i sidste halvdel af 2. slæts vækstperiode og i hele 3. slæts vækstperiode. Til 4. slæt er vandforsyningen rigelig.

### Forsøgsresultater

#### Udbytte af foderenheder og råprotein

Udbyttet af foderenheder er vist i fig. 25.

I 1. slæt ses udbyttetilvæksten at være stærkt aftagende fra begyndelsen af juni og meget lille fra midten af juni. Der er et tydeligt merudbytte for den største mængde N. I 2. slæt er der også et tydeligt merudbytte for den største gødningsmængde, men udbyttens niveau er meget lavt.

Dette skyldes formentlig dels tørke, men sikkert også kvælstofmangel, idet de mængder regn, der faldt, efter at gødningen blev bragt ud til 2. slæt, antagelig har været for små til at bringe kvælstoffet effektivt ned i jorden. 3. slæt er meget lille, hvilket må tilskrives tørken, medens 4. slæt synes normalt udviklet.

Udbyttet af råprotein er vist i fig. 26.

I 1. slæt nås det maksimale udbytte i første halvdel af juni. Der er et betydeligt merudbytte for den største gødningsmængde. I 2. slæt er der også et betydeligt merudbytte for den største gødningsmængde. Årsagen til det lave udbyttens niveau er diskuteret i omtalen af foderenhedsud-

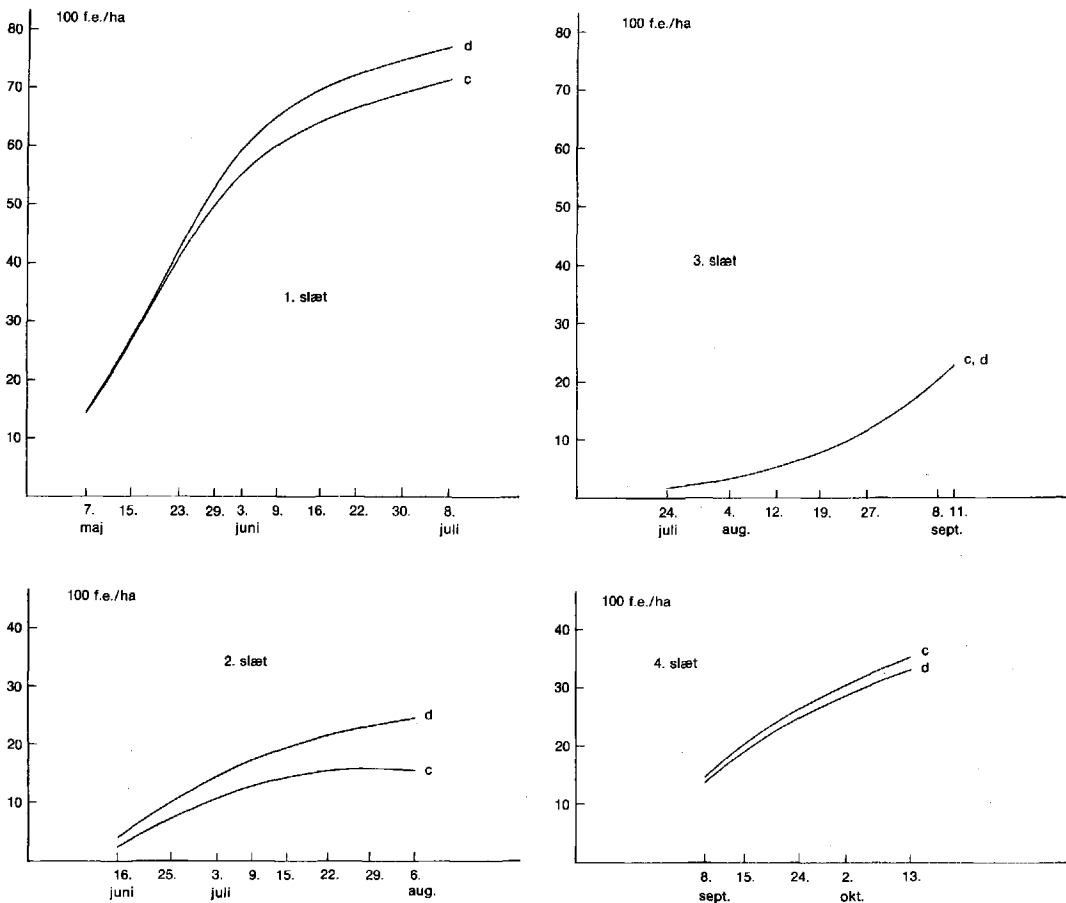


Fig. 25. Udbyttet af foderenheder.  
Yield of feed-units.

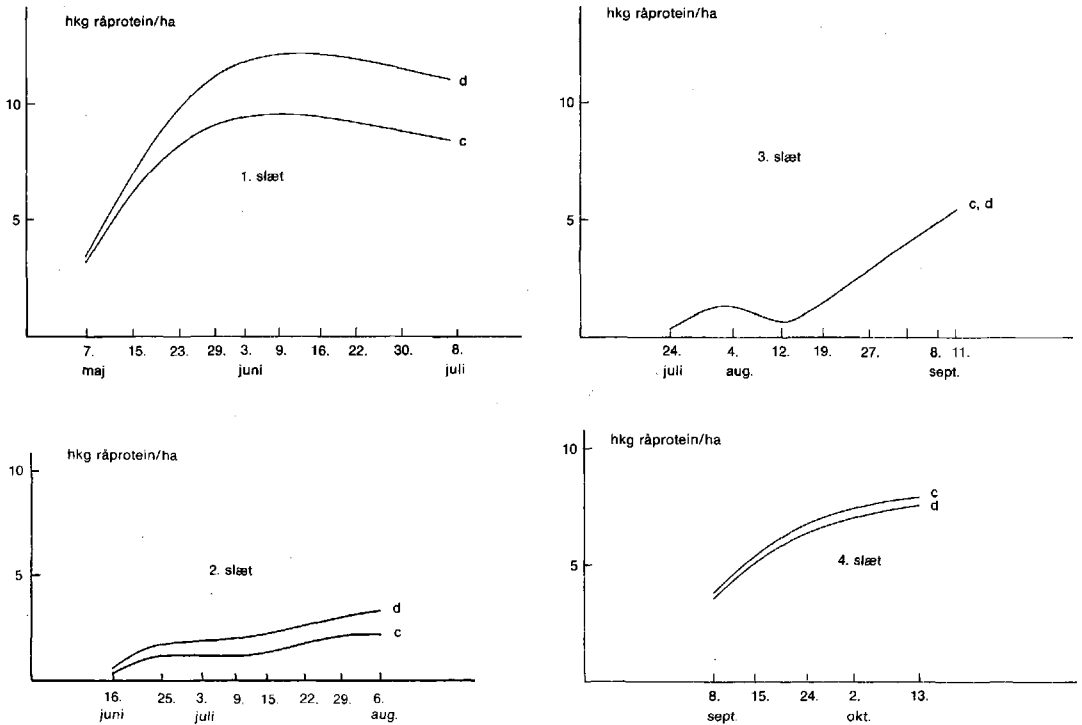


Fig. 26. Udbyttet af råprotein.  
Yield of crude protein.

byttet. I 3. slæt er væksten stærkt hæmmet af tørke indtil regnen i august. 4. slæt synes normalt udviklet. Hverken i 3. eller 4. slæt er der noget sikkert merudbytte for den største kvælstofmængde.

#### Afgrødens kvalitet

Råproteinindholdet er vist i fig. 27.

I 1. slæt er der en jævn nedgang af råproteinindholdet gennem hele vækstperioden. I de øvrige slæt er udviklingen mere uregelmæssig. Åbenbart er råproteinindholdet stigende efter regn (sml. fig 24), hvilket rimeligvis skyldes, både at væksten stimuleres, og at det tilførte nitrat bringes ned i jorden. I 2. slæt når indholdet ned på et meget lavt niveau i juli, hvilket støtter den tidligere diskuterede formodning, at væksten har været hæmmet af kvælstofmangel. I 3. og 4. slæt er råproteinindholdet meget højt, hvilket indice-

rer overforsyning med kvælstof. I alle slæt er indholdet højest i den stærkt gødede afdeling.

Træstofindholdet er vist i fig. 28.

I 1. slæt ses træstofindholdet at stige jævnt gennem vækstperioden indtil et maksimum, der nås sidst i juni. I 2. og 4. slæt er der en lignende tendens, men niveauet er væsentligt lavere. I 3. slæt ses ingen sikre tendenser.

Afgrødernes nitratindhold nåede i 1. slæt kun nær faregrænsen i den allerførste del af vækstperioden. I 2. slæt var indholdet meget lavt i hele vækstperioden. Data for disse slæt skal derfor ikke anføres her. I 3. og 4. slæt var indholdet derimod til tider temmelig højt, som det fremgår af fig. 29.

Afgrødens indhold af aske fremgår af fig. 30. I 1. og 2. slæt er askeindholdet nogenlunde jævnt aftagende gennem vækstperioden. I 3. slæt er udviklingen noget ujævn, medens der i 4. slæt kun er

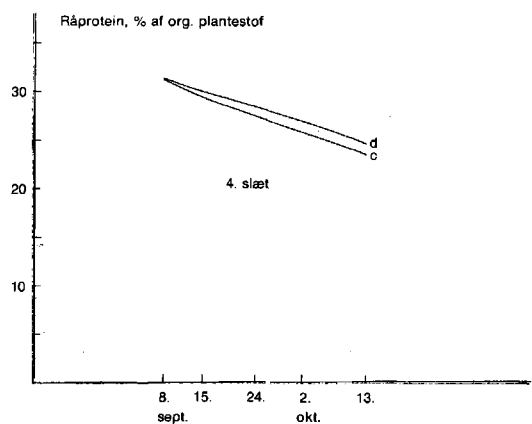
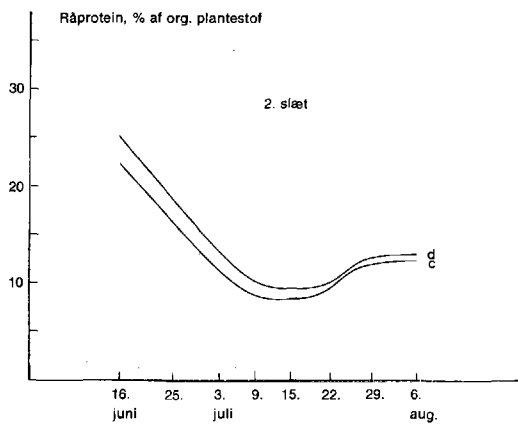
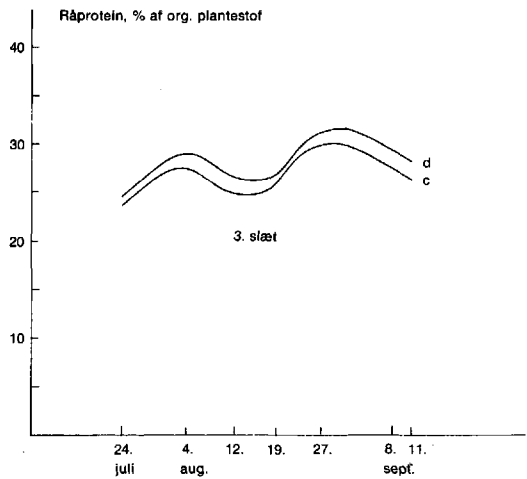
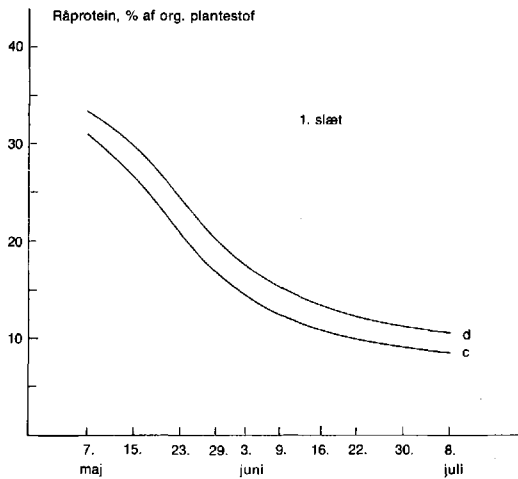


Fig. 27. Afgrødernes råproteinindhold.  
Content of crude protein.

små ændringer gennem vækstperioden. Med enkelte undtagelser er askeindholdet højest i de stærkest gødgede afgrøder.

#### Årsudbytterne

Årsudbytterne, målt i de parceller, der tilsammen udgør et normalt gødningsforsøg, fremgår af tabel 8.

Som det ses, er der opnået et merudbytte på ca. 600 foderenheder og ca. 200 kg råprotein ved at forøge kvælstoftilførslen fra 400 til 600 kg, hvilket

nok er tilstrækkeligt til at dække merudgiften til gødning. Ud fra en overfladisk betragtning kunne man herefter slutte, at optimal N-tilførsel må væ-

Tabel 8. Årsudbytter af foderenheder og råprotein  
Seasonal yields of feed-units and crude protein

Forsøgsled Treatment	Foderenheder Feed-units pr. ha	Råprotein Crude protein kg pr. ha
c 400 N	10621	1968
d 600 N	11246	2175

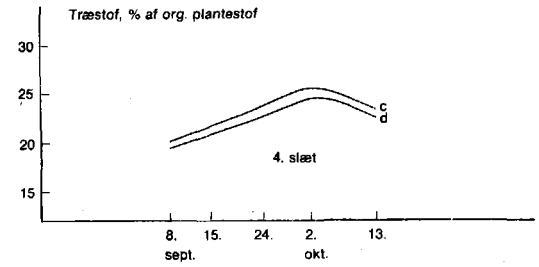
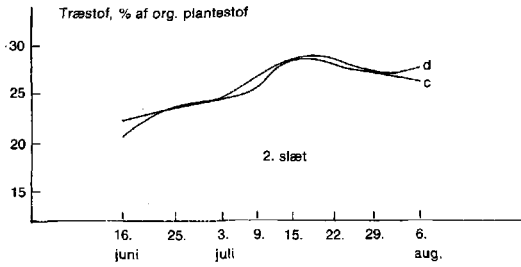
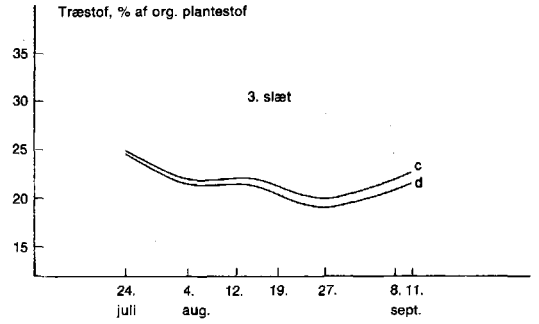
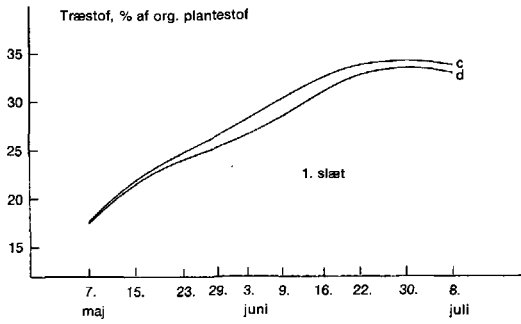


Fig. 28. Afgrødernes træstofindhold.  
Content of crude fiber.

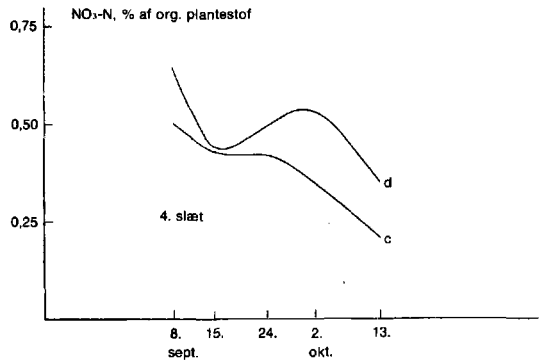
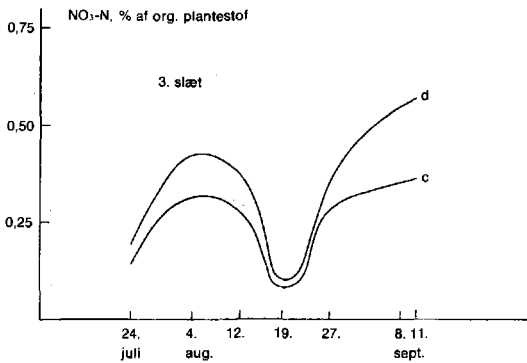


Fig. 29. Afgrødernes nitratindhold. 3. og 4. slået.  
Content of nitrate. Third and fourth cut.

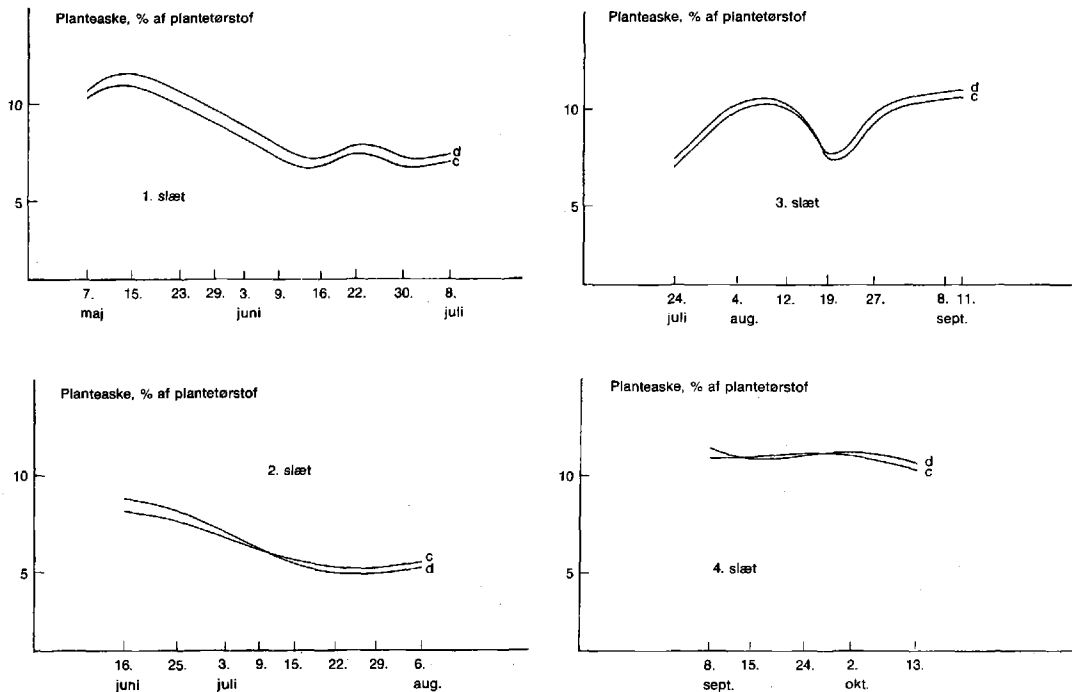


Fig. 30. Afgrødernes askeindhold.  
Content of ash.

re mellem 500 og 600 kg. Imidlertid ses det (fig. 25 og 26), at hele merudbyttet er opnået i 1. og 2. slæt, hvoraf kan sluttes, at det mertilførte N til 3. og 4. slæt – ialt 70 kg N – ikke har resulteret i noget merudbytte. Hertil kommer, at en væsentlig del af det N, der er blevet tilført 2. og 3. slæt, formodentlig først er bragt ned i jorden af augustregnen, og således først har kunnet udnyttes af 4. slæt, som dermed er blevet overforsynet med kvælstof. Formodentlig ville tilførsel af større mængder N til 1. slæt – f.eks. 300 kg – have resulteret i en vis udbyttestigning i dette slæt og i en betydelig stigning i 2. slæt. Ud fra lignende overvejelser, som anført under omtalen af forsøgene ved Ødum (sml. side 432) kan skønnes, at optimal N-tilførsel ved en hensigtsmæssig fordeling på slættene ville være ca. 350 kg.

#### Litteratur

- Ebbersten, S.* (1974): Produktion av vallfoder. Lantbrukshögskolan. Konsulentavdelningens stencilserie. Husdjur 44, C 1.
- Hansen, Lorens* (1976): Jordtyper ved Statens Forsøgsstationer. Tidsskr. Planteavl 80, 742–758.
- Jacobsen, A.* (1974): Stigende mængder kvælstof og slætantal i græsarter 1971–72. Lantbrukshögskolan. Konsulentavdelningens stencilserie. Husdjur 44: D 1.
- Møller, E., Frederiksen, J. Højland & Witt, N.* (1973): Græsser i renbestand II. 3. beretning fra Fællesudvalget for Statens Planteavl- og Husdyrbrugsforsøg, 1–31.
- Pedersen, E. J. Nørgaard, Frederiksen, J. Højland, Skovborg, E. B., Møller, E. & Witt, N.* (1971): Græsser i renbestand I. 1. beretning fra Fællesudvalget for Statens Planteavl- og Husdyrbrugsforsøg, 1–83.

*Pedersen, E. J. Nørgaard & Møller, Erik (1976):* Almindelig rajgræs og kløver i renbestand og i blanding. Blandingens, kvælstofgødskningen og slæt-antallets indflydelse på udbytte og kvalitet. 6. beretning fra Fællesudvalget for Statens Planteavls- og Husdyrbrugsforsøg, 1-27.

*Pestalozzi, Markus (1974):* Store nitrogenmængder til engsvingeleng. Lantbrukshögskolan. Konsulentavdelningens stencilserie. Husdjur 44: E 1.

*Rinne, K. (1974):* Ensilagevallarnes gödsling. Lantbrukshögskolan. Konsulentavdelningens stencilserie. Husdjur 44: F 1.

Manuskript modtaget den 2. januar 1980.